

**INSTITUTO DE DESARROLLO
EXPERIMENTAL DE LA
CONSTRUCCIÓN / IDEC**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA
Y URBANISMO

UNIVERSIDAD CENTRAL
DE VENEZUELA

**INSTITUTO DE
INVESTIGACIONES / IFAD**

FACULTAD DE
ARQUITECTURA Y DISEÑO
UNIVERSIDAD DEL ZULIA

Indizada en

- REVENCYT. Apdo. 234. CP 5101-A. Mérida, Venezuela
<http://bolivar.funmrd.gov.ve/listado.html>
- REDINSE. Caracas
- PERIODICA Índice Bibliográfico. Índice de Revistas Latinoamericanas en Ciencias. Universidad Nacional Autónoma de México.
<http://www.dgbiblio.unam.mx/periodica.html>
- Latindex <http://www.latindex.org/>

Suscripciones

Tres números anuales (incluido envío)
Venezuela: Institucional Bs. 18.000
Personal Bs. 15.000

Extranjero: Institucional US\$ 100
Personal US\$ 82

Costo unitario: Institucional Bs. 6.000
Personal Bs. 5.000

Envío de materiales, correspondencia, canje, suscripciones y administración IDEC/FAU/UCV

Apartado Postal 47.169
Caracas 1041-A. Venezuela
Telfs/Fax: (58-212) 605.2046 / 2048 / 2030 / 2031/ 662.5684
Enviar cheque a nombre de:
IDEC Facultad de Arquitectura UCV

Envío de materiales, correspondencia y suscripciones IFAD/LUZ

Apartado postal 526.
Telfs.: (58-261) / 759 85 03
Fax: (58-261) 759 84 81
Maracaibo, Venezuela.
Enviar cheque a nombre de:
IFAD Facultad de Arquitectura LUZ

Planilla de suscripción

----- ✂

Nombre y Apellido: _____

Profesión: _____

Dirección: _____

Fecha: _____

Apartado Postal: _____

Teléfono/Fax: _____ E-mail: _____

Adjunto cheque por la cantidad de (Bs. US\$): _____

correspondiente a los números:

Venezuela: Institucional Bs. 18.000 Personal Bs. 15.000

Extranjero: Institucional US\$ 100 Personal US\$ 82

Cheque a nombre de: IDEC Facultad de Arquitectura UCV o IFA Facultad de Arquitectura LUZ

Depósito a nombre de: 3 Universidad Central de Venezuela F. Banco Provincial, Cta. Cte. N° 0108-0033-11-0100035278

Favor enviar esta planilla a:

- IDEC/UCV Apartado Postal 47.169, Caracas 1041-A, Venezuela. Fax:(58-0212) 605.20.48 / 605.20.46 ó

- IFAD/LUZ Apartado Postal 526, Maracaibo, Venezuela. Fax: (58-0261) 759.84.81.

Página en el Internet: <http://www.arq.luz.ve/tyc/> e-mail: tyc@idec.arq.ucv.ve e-mail: revista_TyC@luz.ve



Volumen 20. Número I
enero - abril 2004
Depósito Legal: pp.85-0252
ISSN: 0798-9601

Portada:
Collage. Imágen tomada del
libro: *Casa Venezolana*.
Graziano Gasparini. Editorial
Armitano. 1992.

Tecnología y Construcción

es una publicación que recoge textos inscritos dentro del campo de la Investigación y el Desarrollo Tecnológico de la Construcción:

- sistemas de producción;
- métodos de diseño;
- requerimientos de habitabilidad y calidad de las edificaciones;
- equipamiento de las edificaciones;
- nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos;
- aspectos históricos, económicos, sociales y administrativos de la construcción;
- análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción;
- informática aplicada al diseño y a la construcción;
- análisis de proyectos de arquitectura;
- reseñas bibliográficas y de eventos.

Tecnología y Construcción

is a publication that compiles documents inscribed in the field of Research and Technological Development of Construction:

- production systems;
- design methods;
- habitability and human requirements for buildings;
- building equipment;
- new materials for construction, improvement and study of new uses of existing products;
- historical, economic, social and administrative aspects of construction;
- analysis of science and technology associated with research and development problems in the field of construction;
- computers applied to design and construction;
- analysis of architectural projects;
- bibliographic briefs and events calendar.

Comité Consultivo Editorial Internacional:

Alemania

Hans Harms

Argentina

John M. Evans

Silvia Schiller

Brasil

Paulo Eduardo Fonseca de Campos

Gerardo Gómez Serra

Carlos Eduardo de Siqueira

Colombia

María Clara Echeverría

Samuel Jaramillo

Urbano Ripoll

Costa Rica

Juan Pastor

Cuba

Maximino Boccalandro

Chile

Ricardo Hempel

Alfredo Rodríguez

El Salvador

Mario Lungo

Estados Unidos de América

W. Hilbert

Waclaw P. Zalewski

España

Julián Salas

Felix Scrig Pallarés

Francia

Francis Allard

Gerard Blachère

Henri Coing

Jacques Rilling

Inglaterra

Henri Morris

John Sudgen

Israel

Mariano Golberg

Italia

Giorgio Ceragioli

Nicaragua

Ninette Morales

México

Heraclio Esqueda Huidobro

Emilio Pradilla Cobos

Perú

Gustavo Riofrío

Venezuela

Juan Borges Ramos

Alfredo Cilento S.

Celso Fortoul

Baudilio González

Henrique Hernández

Gustavo Legórburu

Marco Negrón

Ignacio de Oteiza

José Adolfo Peña U.

Héctor Silva Michelena

Fruto Vivas

Editor

IDEC/UCV

Coeditor

IFAD/LUZ

Director

Alberto Lovera

Co-Director

Ricardo Cuberos

Directores Asociados

Milena Sosa G.

Gaudy Bravo

Michela Baldi

Consejo Editorial

Alfredo Cilento

Irene Layrisse de Niculescu

Juan José Martín

Luis Marcano González

Eduardo González

Carlos Quiros

Melín Nava

Virgilio Urbina

Editor

Alberto Lovera

Coeditor

José Indriago

Coordinación editorial

Michela Baldi

Diseño de portada

Mary Ruth Jiménez

Diseño y diagramación

Rozana Bentos

Corrección de textos

Helena González

Impresión

Impresos Minipres c.a.

ESTA PUBLICACIÓN
CONTÓ CON EL APOYO FINANCIERO
DE LAS SIGUIENTES INSTITUCIONES

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y
HUMANÍSTICO
UNIVERSIDAD CENTRAL DE VENEZUELA



CONSEJO DE DESARROLLO
CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO
LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA



fonacit

CONSEJO NACIONAL
DE INVESTIGACIONES
CIENTÍFICAS Y TECNOLÓGICAS

FUNDACIÓN PARA EL DESARROLLO DE LA CIENCIA Y
LA TECNOLOGÍA EN LA REGIÓN ZULIANA



notas biográficas

Begoña Blandón González

Dr. Arquitecta. egresada de la Universidad de Sevilla (España). Profesora Asociada de Construcción en la Escuela Superior de Arquitectura de Sevilla Departamento Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. bblandon@terra.es

Antonio M. Conti B.

Arquitecto (1974) Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV. Investigador a dedicación exclusiva de la Unidad de investigación y desarrollo del IDEC (1975-80 y 1986 a la fecha); docente de pre-grado de la Escuela Carlos Raúl Villanueva y docente de postgrado de la maestría y especialización del Idec desde 1999 en las asignaturas 'Taller de desarrollo tecnológico I y II', y 'Proyecto I y II'. Candidato Magister, Cendes, UCV. aconti@idec.arq.ucv.ve

José Antonio Domínguez Lepe

Ingeniero Civil 1989, Instituto Tecnológico de Chetumal, Mexico. Maestría en Ingeniería Construcción en Universidad Autónoma de Yucatán, 1993. Candidato a Doctor en Ciencias Técnicas con especialidad en ingeniería Civil, Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, La Habana, Cuba. Profesor titular "B" del Instituto Tecnológico de Chetumal, México jadlepe@hotmail.com jadlepe@yahoo.com

Ricardo Huete Fuertes

Dr. Arquitecto egresado de la Universidad de Sevilla (España). Catedrático de Construcción en la Escuela Superior de Arquitectura de Sevilla, Director del Grupo de Investigación TEP-125 del Plan Andaluz de Investigación Departamento Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla. huete@us.es

Emilio Martínez Lobeck

Doctor, Profesor-Investigador de la Facultad de Ingeniería Civil del Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Marianao s/n, La Habana, Cuba.

Maria Eugenia Porras

Arquitecto egresada de la Universidad de los Andes, ULA. Profesora de la Carrera de Arquitectura de la UNET, desde 1984; en los núcleos: Proyecto; Producción y Tecnología. Candidata a Doctor del Programa: Metodología y Técnicas de Investigación en el Análisis de la Arquitectura de la Universidad de Valladolid, España. Universidad Nacional Experimental del Táchira, UNET, investigacion@unet.edu.ve mariuporras@hotmail.com

Alfredo D. Vallota

Licenciado en Química, Universidad de Buenos Aires. Magister en Filosofía Universidad Simón Bolívar. Profesor de la Universidad Católica Andrés Bello. Dicta cursos en la Universidad Central de Venezuela y la Universidad Simón Bolívar en pre y postgrado. Autor de numerosos trabajos científicos, ha publicado más de cuarenta trabajos sobre temas de filosofía y varios libros en colaboración avallota@cantv.net

Víctor Villanueva Cuevas

Ingeniero, Profesor Titular "B" del Instituto de Chetumal. Av. Insurgentes No. 330 por Andrés Quintana Roo. Chetumal, Quintana Roo. México.

	editorial	
<i>Housing: A pendant subject matter</i>	Vivienda: materia pendiente Alberto Lovera	6
	artículos	
<i>Recycled Construction Materials from Ceramic Remains – Characterization</i>	Caracterización del material obtenido por reciclado de residuos cerámicos de construcción Ricardo Huete Fuertes / Begoña Blandon González	9
<i>Physiochemical Characterization of Recycled Aggregates</i>	Caracterización físico-química de agregados reciclados José Antonio Domínguez Lepe / Emilio Martínez Lobeck / Víctor Villanueva Cuevas	23
<i>Architecture and Environment Natural Conditioning of Housing</i>	Arquitectura y medio ambiente Acondicionamiento natural de viviendas María Eugenia Porras	31
<i>Dry Joints-Wood Partitions for Houses of Progressive Construction</i>	Cerramientos con madera, de junta seca, para viviendas progresivas Antonio Conti	39
	documentos	
<i>Teaching techniques or for the techniques</i>	Enseñanza de la técnica o para la técnica Alfredo D. Vallota	51
	postgrado	
<i>IV Specialization Course of Technological Construction Development</i>	IV° Curso de Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción	59
	eventos	
<i>International Seminar - Technological Alternatives for the Natural Disasters in Latin American Popular Habitat</i>	Seminario Internacional Alternativas Tecnológicas frente a los Desastres en el Hábitat Popular Latinoamericano Mercedes Marrero y Augusto Márquez	67
	reseñas	
<i>Magazines and books</i>	Revistas y Libros Carmen Barrios	68
	Normas para autores y árbitros	71

Vivienda: materia pendiente

Alberto Lovera
IDEC /FAU /UCV

Las cifras de la producción de vivienda en Venezuela en los últimos años muestran que desde 1998 viene cayendo el número de viviendas que promueven tanto los organismos del Estado (en el ámbito nacional, regional y municipal) como el sector privado empresarial, lo que en consecuencia ha obligado a los sectores de bajos ingresos a buscar opciones fuera del mercado convencional, lo cual, como se sabe, da lugar en la mayoría de los casos a viviendas precarias.

En una perspectiva temporal más amplia podemos comparar el crecimiento del número de viviendas en el período intercensal 1990-2001 con la producción pública y privada de vivienda en ese mismo lapso. Entre ambas fechas las viviendas existentes se incrementaron en más de 1.600.000 unidades (contabilizando sólo las viviendas ocupadas), mientras la producción convencional culminó algo más de 700.000 viviendas, lo que muestra que la población producía por sus propios medios cerca de un millón de soluciones habitacionales.

Estas cifras tienen varias lecturas posibles, no contradictorias. Por una parte muestran una capacidad de producción con que cuentan los sectores populares que adecuadamente canalizada y apoyada podría ponerse al servicio de una política de vivienda y hábitat que permita a dichos sectores dotarse de viviendas adecuadas. Por otra parte ponen de manifiesto que la construcción habitacional convencional (pública y privada) no ha respondido a una demanda que no es solvente para el segmento mayoritario de la población frente a opciones que se le ofrecen, por estar ancladas en una concepción de la vivienda que ya no es viable, al no comprender que hay que adoptar un nuevo paradigma del hábitat, como nos lo han mostrado convincentemente los resultados de la investigación sobre este asunto.

La situación se ha tomado más complicada aún por la caída de la producción habitacional convencional en los últimos años. Si revisamos las estadísticas podremos constatar que en la década de los noventa nuestro país había generado una capacidad de producción cercana a las 70.000 viviendas por año, que ha caído dramáticamente en el quinquenio 1999-2003 para ubicarse en un promedio de 20.000 viviendas por año, incluso en los años previos a 2002 y 2003, cuando la turbulencia

y la incertidumbre social, política y militar pueden explicar la caída a los niveles dramáticos de una producción de 11.000 viviendas por año, sumando el sector público y privado, que nos retrotraen a lo que era la producción habitacional más de tres décadas.

No puede concluirse que este resultado es producto sólo de la situación más reciente, refleja el largo período de recesión con recuperaciones pasajeras que ha vivido la economía venezolana desde finales de los años setenta, con sus derivaciones en un deterioro sistemático de las condiciones de vida y de trabajo de los sectores populares y medios, acompañado por otros signos de agotamiento del modelo de capitalismo rentista, que no se resumen al plano estrictamente económico sino que se extienden a la fractura del cemento social y político que sostenía la sociedad venezolana.

La incapacidad de responder al reto habitacional, aunque está asociada al desempeño de las variables económico-sociales, también tiene componentes institucionales que hemos abordado en este espacio editorial en otras ocasiones: la persistencia de un viejo paradigma de vivienda y hábitat, que ha mostrado mayor inercia de la que cabría esperar; la débil emergencia de un nuevo paradigma que no ha logrado aún vencer la resistencia al cambio; la falta de voluntad política para actuar en un escenario que no es posible modificar si no se entiende su complejidad, la necesidad de concertar entre los actores públicos, privados y la comunidad, generando un clima proclive a la inversión, la generación de empleo y atento a disminuir las inequidades; y finalmente, y no por ello menos importante, la innovación institucional para llevar adelante una política de vivienda y hábitat capaz de sembrar y desarrollar una nueva óptica para atender las necesidades habitacionales de la sociedad venezolana.

Estos desafíos en la política de vivienda y hábitat siguen siendo una materia pendiente para la sociedad venezolana, para el Estado en todos sus niveles, para el sector privado empresarial y para los pobladores de este terruño, situado al Norte de América del Sur, espacio de demandas y oportunidades.

TÍTULOS PUBLICADOS CDCH-UCV 2004



Almeida, Deyanira
MANUAL DE ARRITMIAS CARDÍACAS

Cárdenas, Olesia y Ma. Purificación Galindo
**BIPLOTS CON INFORMACIÓN EXTERNA BASADOS
EN MODELOS BILINEALES GENERALIZADOS**

Carrillo Batalla, Tomás
**EL PENSAMIENTO ECONÓMICO
DE FELIPE LARRAZÁBAL**

Guerra, José
**LA POLÍTICA ECONÓMICA EN VENEZUELA
1999-2003**

Guevara Díaz, José Manuel
METEOROLOGÍA (2a. edición)

Gradowska, Anna
**EL OTOÑO DE LA EDAD MODERNA.
Reflexiones sobre el Postmodernismo**

López Maya, Margarita
RÓMULO BETANCOURT. ANTOLOGÍA POLÍTICA
Coedición con la Fundación Rómulo Betancourt

López Villa, Manuel
**ARQUITECTURA E HISTORIA.
CURSO DE HISTORIA DE LA ARQUITECTURA
Vol. I y II**

Martin Frechilla, Juan José
**DIÁLOGOS RECONSTRUIDOS PARA
UNA HISTORIA DE LA CARACAS MODERNA**

Salomón, Ricardo y Ma. Corina Salomón
TEMAS DE GASTROENTEROLOGÍA. Vol. IV

Sánchez de León, Roberto
BASES DE LA NEUMONOLOGÍA CLÍNICA
(2a. edición)

Nuestras publicaciones pueden ser adquiridas en el Departamento de Relaciones y Publicaciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, ubicado en la Av. Principal de La Floresta, Quinta Silenia, La Floresta. Caracas
Teléfonos: 284.7222 - 284.7077 - 284.7666 / Fax: Ext. 244 / E-mail: publicac@telcel.net.ve



Igualmente, están a la venta en la librería de la Biblioteca Central, P.B. Ciudad Universitaria, UCV.



Caracterización del material obtenido por reciclado de residuos cerámicos de construcción

Ricardo Huete Fuertes / Begoña Blandón González

Dpto. Construcciones Arquitectónicas I. Universidad de Sevilla (España)

Resumen

Hoy en día, en el ámbito de la construcción, se puede contribuir a mejorar y proteger el medio ambiente, así como a preservar la naturaleza y el paisaje, mediante el control de los residuos generados y la minimización de las cantidades que se desechan, contribuyendo a su posible reciclado. Falta de datos concretos y fiables sobre las características técnicas de los materiales reciclados y su aplicación en la construcción limitan la utilización de estos materiales reciclados de residuos de construcción y demolición.

En esta dirección se orienta nuestra investigación, a partir de la demanda actual sobre la protección del medio ambiente frente a las agresiones a las que de manera continua e irreflexiva se le somete y que limitan los recursos naturales de los que las generaciones futuras necesitarán disponer.

Abstract

Today in the construction world, it is possible to improve and protect the environment, also to preserve nature and landscapes. This can be done by controlling the remains as we decrease the amount of discarded material and have it for a potential recycling. The lack of reliable data upon the technical characteristics of recycled material and its usefulness for construction puts a limit to the usage of these remains from construction and demolition. Our research goes into that direction, given the current demands of environmental protection as the continuous and thoughtless aggressions to nature jeopardize the resources that future generations may require.

Problemática actual

La agresividad que la construcción supone para el medio ambiente, ya sea por los materiales y energías utilizadas como por los residuos generados exige un cambio en la actitud del profesional responsable y su esfuerzo en el uso de nuevas tecnologías y sistemas constructivos que permitan conseguir una construcción sostenible.

Teniendo en cuenta que en España más de 70% de los Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados son depositados en vertederos, se puede considerar la actividad de la construcción como una de las causas de contaminación ambiental que se presenta con mayor intensidad en el entorno de nuestras ciudades debido bien a la falta de legislación, a la escasez de lugares adecuados para ello o, lo que es nuestro interés, al desconocimiento que existe sobre las características del material allí depositado.

Durante los últimos años y, a partir de la aparición de los primeros vertederos considerados como legales o controlados en España, se han podido realizar estudios certeros acerca de:

1. El volumen de Residuos de Construcción y Demolición (RCD) generados en obra.
2. La calidad y cantidad de los RCD depositados en vertedero.
3. Las posibilidades de aprovechamiento de estos residuos de construcción y demolición.

Sin embargo, la posibilidad de aprovechamiento y su aplicación futura están limitadas por factores tanto económicos como técnicos (principalmente por falta de conocimiento acerca del comportamiento de este nuevo material) y es en este campo en el que se inserta el trabajo desarrollado para caracterizar el material granular que se obtiene de reciclado de los residuos cerámicos de construcción.

Descriptores:

Reciclaje de residuos cerámicos;
Residuos de construcción y demolición

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 20-I, 2004, pp. 09-22.
Recibido el 09/12/03 - Aceptado el 29/12/04

Foto 1
Residuos cerámicos procedentes de obras de construcción y demolición

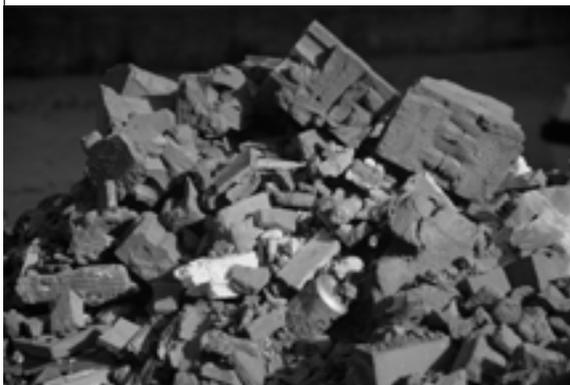
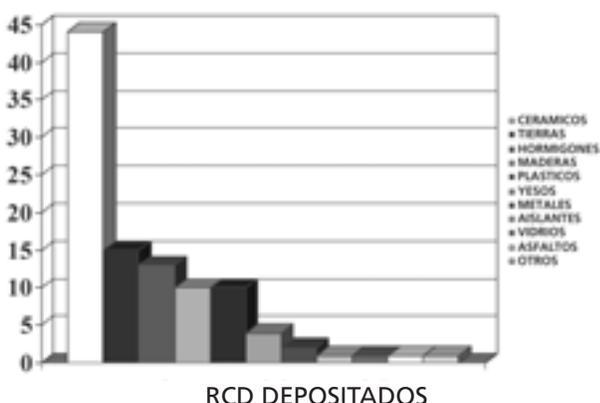


Gráfico 1
Volumen de RCD depositados en el vertedero de La Jarilla (año 2001)



Fuente: B. Blandón, 2003.

Cuadro 1
Volumen de RCD depositados en el vertedero de La Jarilla (en %, año 2001)

Cerámicos	43,5
Tierras	15,0
Hormigones	13,0
Maderas	10,0
Plásticos	07,0
Yesos	03,5
Metales y aleaciones	05,0
Aislantes	00,5
Vidrios	01,0
Asfaltos y alquitranes	00,5
Otros (fibras, cartones, orgánicos, etc)	01,0
<i>Total</i>	<i>100</i>

Sobre el volumen de RCD generados y su depósito en vertedero

En la ciudad de Sevilla y su área metropolitana (España), durante el año 2001 se ha cuantificado la cantidad de residuos procedentes de obras de construcción y demolición depositados en el Vertedero de La Jarilla (único vertedero de inertes de la provincia) y su composición.

¿Por qué centrarse en RCD cerámicos?

La cantidad de residuos depositados mensualmente en este vertedero asciende a 50.000 m³/mes, de los cuales 23.500 m³ son cerámicos, es decir, 44% de los RCD son de naturaleza cerámica, sin interés aparente y, por lo tanto, vertidos sin opción de tratamiento alguno y sin posibilidad actual de reutilización o reciclado (ver gráfico 1 y cuadro 1).

Estos datos se pudieron contrastar con resultados procedentes de otros trabajos previos realizados, deduciendo que del total de residuos generados en las obras de construcción y demolición ¹, los cerámicos (inicialmente mezclados con otros de los que deben aislarse) constituyen el porcentaje mayor (ver cuantificación unitaria por m² construido en cuadro 2).

Sobre el reciclado de los residuos de construcción y demolición cerámicos

Aun estando conscientes de que la mejor manera de gestionar los sobrantes de una obra es que éstos no se produzcan, se debe contemplar la posibilidad de que la misma obra reduzca al máximo la cantidad de productos sobrantes mediante las siguientes actuaciones:

Cuadro 2
Volumen de residuos de construcción y demolición generados por m² construido

Origen	RCDs	RCDs Cerámicos
Por Demolición	1.2859 m ³ / m ²	0.528 m ³ / m ²
Por Construcción	0.4702 m ³ / m ²	0.0547 m ³ / m ²
Por rehabilitación (50%)	0.8781 m ³ / m ²	0.2887 m ³ / m ²

Fuente: Grupo de Investigación dirigido por: Ricardo Huete Fuertes (Universidad de Sevilla)

- La reutilización de los residuos cerámicos obtenidos por la demolición total o parcial de una unidad constructiva. En la actualidad tienden a ser reutilizados aquellos cuyo interés patrimonial se considere de interés (azulejos vidriados, ladrillos antiguos, restos de pavimentos, mosaicos, etc.) y siempre dependiendo de la cantidad, calidad de la pieza y del cuidado seguido en los trabajos de desmontaje y manipulación.
- El reciclado de aquellos productos o materiales cerámicos generados en la obra los cuales, tras un adecuado tratamiento, se incluyen de nuevo como materia prima en otro proceso constructivo. Hasta hace muy pocos años era difícil considerar esta opción, quizás por falta de legislación y de lugares apropiados para ello.
- El uso de materiales, tecnologías y sistemas constructivos que faciliten el proceso de reutilización o reciclado posterior pero para ello es preciso conocer las características que definen este material, su origen, naturaleza, composición y cantidad de residuos necesarios para programar un sistema de recogida, separación en origen, recuperación local o posibilidad de exportación, todo ello sobre la base de un estudio de mercado que lo justifique.

Objetivos de la investigación

Partiendo de la hipótesis de que los RCD objeto del estudio son generados a lo largo de toda la vida del edificio —como consecuencia de decisiones y actuaciones contenidas en el proyecto proyectado (materiales y procedimientos), en la ejecución de las respectivas unidades de obra² y en su demolición, cuando la construcción existente es inservible o debe ser sustituida o eliminada— se puede establecer, de manera general, las características físicas, químicas y mecánicas del material granular obtenido a partir de los RCD cerámicos generados en una obra de construcción convencional.

Si asumimos como meta global el principio de conservar la calidad del medio ambiente en el que vivimos, el objetivo principal de esta investigación consiste en «caracterizar y evaluar el comportamiento de un material granular (MG) obtenido a partir del reciclado de los residuos cerámicos generados por la construcción y demolición de edificios»³.

Con este trabajo se pretende avanzar en el conocimiento de un nuevo material de construcción presentando las distintas características geométricas, físicas, químicas y mecánicas resultantes en el material granular obtenido

tras la selección y el triturado de los Residuos Cerámicos de Construcción y Demolición.

Para ello y, ante la ausencia de normativa de obligado cumplimiento que regule el número y tipo de ensayos a realizar sobre el material granular (MG) obtenido de RCD cerámicos, se toman como referencia todas aquellas que contengan información acerca de las características requeridas para áridos que formen parte de hormigones, bases y sub-bases de carreteras, rellenos granulares, áridos para pavimentos, etc., tratando de obtener una serie de ensayos que determinen unas características técnicas suficientes que definan las propiedades del material estudiado⁴.

Metodología de trabajo seguida

Todo este proceso exige el conocimiento exhaustivo de las propiedades del residuo por lo que la toma de muestras debe ser representativa de lo que se estudia para así reflejar la verdadera naturaleza y condición de los materiales y circunstancias de las que se obtienen. El método seguido en este trabajo plantea dos etapas claramente diferenciadas:

1ª Etapa

Trabajos en el vertedero, lugar elegido como origen de la materia prima.

Durante esta fase se analiza la procedencia, composición, calidad y cantidad de los RCD depositados. Una vez seleccionados y separados los residuos cerámicos de interés para el estudio, se recogen para ser triturados. El material granular (MG) obtenido se prepara para posteriormente analizarlo en el laboratorio.

Cuadro 3
Proporción de RCD cerámicos en el vertedero de La Jarilla, Sevilla

Material	Porcentaje (%)
Ladrillo rojo	27,4
Ladrillo amarillo	03,9
Ladrillo de tejar	03,9
Azulejo	03,9
Pavimento	01,9
Teja roja	01,0
Otros residuos cerámicos	02,0
<i>Total RCD cerámicos</i>	<i>44,0</i>
Otros RCD	56,0
<i>Total</i>	<i>100</i>

Fuente: B. Blandón, 2003.

Para que los resultados y las conclusiones sean extrapolables a la situación del entorno urbano de Sevilla, y que en la toma de residuos se mantenga la proporción de los diferentes orígenes o tipos de productos cerámicos (ladrillos, tejas, baldosas, etc.) se procede a elaborar matrices de MG compuestas por aquellos tipos de residuos cerámicos en la proporción en la que estos realmente se encuentran en el vertedero (cuadro 3).

2ª Etapa

Trabajos en el laboratorio sobre la matriz elaborada con los porcentajes definidos.

Es la etapa previa a cualquier tipo de conclusión que pudiera emitirse acerca de las posibilidades o no de aprovechamiento del material obtenido. Conocidas las características del MG se podrá decidir acerca de futuras aplicaciones y/o la necesidad de limpieza, procedimiento alternativo de triturado, tratamientos finales en un planta de reciclado, etc., todo ello siguiendo las pautas de dirección marcadas en las normas UNE correspondientes y especificadas para cada ensayo en la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), Pliego de Prescripciones Técnicas General para Obras de Carreteras y Puentes (PG-4) y Normas Tecnológicas sobre revestimientos y acondicionamiento del terreno del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (NTE-RSC.86, NTE-ADE.77).

Resultado de los ensayos

Ensayos de caracterización geométrica

Se incluyen en este grupo, todas aquellas pruebas y análisis determinantes de las propiedades geométricas de los áridos que —analizando el material granular (MG)

sin llegar a su destrucción— nos permiten conocer el tipo de grano y tamaños que componen la muestra, el reparto de fracciones y la forma y aspecto exterior de los mismos (cuadro 4).

Con estos primeros datos se comprueba la eficacia del sistema de triturado seguido y la uniformidad en el reparto de tamaños de material granular.

Comentarios

Granulometría de la Muestra

El análisis granulométrico tiene como objetivo la distribución por tamaño de las partículas que componen ese material granular, pudiendo así expresar qué porcentaje de la muestra es retenida en cada tamiz de una serie normalizada.

Una vez obtenidas las correspondientes tablas de resultados acerca de las distintas fracciones y conocido el Tamaño Máximo del Árido (TMA), se compara el granulado procedente de la planta de vertido y triturado seleccionada con la Curva Granulométrica de Fuller. La curva granulométrica del granulado reciclado muestra su paralelismo con la Curva de Fuller, reflejo de un material granular con «buena curva granulométrica», lo que implica un buen reparto de los distintos tamaños de áridos que lo componen.

Según se indica en el Pliego General de Carreteras (PG.4), si el árido se utilizara como relleno de material filtrante, el cernido ponderal acumulado por el tamiz 0.063 debe ser <5% siendo el TMA menor de 80 mm. Si es utilizado como árido para sub-bases granulares, éste deberá ser menor de 2/3 de la fracción cernida por el tamiz 0.5 UNE, en peso. De esta forma, los resultados obtenidos del material granular deberán estar dentro de los límites marcados. Si los resultados no cumplen las condiciones exigi-

Cuadro 4

Resumen de resultados obtenidos de la matriz mixta estudiada

Tipo de ensayo	Resultados obtenidos	
Granulometría	Fracción Fina	FF = 38,74 %
	Finos en Arenas	Fa = 2,5 %
	Fracción Gruesa	FG = 61,26 %
	Tamaño máximo	TMA = 31,5 mm
Equivalente de Arena	EA = 67,85 %	
Forma y Superficie	Coeficiente de forma	$\alpha_{-4} = 0,147$
		$\alpha_{-10} = 0,182$
	Índice de Lajas	$\alpha_{-20} = 0,112$
		IL = 30,3 %
Caras de Fractura	Índice de Agujas	IA = 55,02 %
	2 o más caras de f.	P = 66,4 %
	Totalmente redondos	R = 5,12 %

Fuente: B. Blandón, 2003.

das para ser utilizado como árido para sub-bases de carreteras, habría que repetir el proceso separando una fracción determinada o como alternativa de cambio eficaz en el proceso seguido y en la búsqueda de utilizar el material granular como macadán habría que utilizar otro sistema de triturado más preciso que cumpla con lo establecido.

Si es utilizado como árido de zahorras, la fracción cernida por el tamiz 0.063 UNE será menor de 1/2 de la fracción cernida por el tamiz 0.5 UNE, en peso. En su uso como árido de zahorra y en suelos grava-cemento para carreteras, la curva granulométrica obtenida deberá estar comprendida entre los límites descritos para capas de bases, sub-bases y arceles de carreteras, para tráfico ligero o pesado, etc.

Por otra parte, el Tamaño Máximo requerido para el árido utilizado en carreteras según el PG-4 se limita por su uso y situación. Aquellos áridos que formen parte de sub-bases granulares y zahorra, tendrán un tamaño máximo menor de la mitad del espesor de la tongada compactada.

El TMA requerido dependerá del uso futuro que se considere, así, la posibilidad del tamizado mecánico del propio material granular obtenido tras el triturado permite la separación y selección de las distintas fracciones de forma automática e inmediata.

Los empedrados se ejecutan con áridos de diámetro máximo de 50 a 100 mm y los engravillados se ejecutan con un tamaño de grano grueso de 25 mm máximo y un diámetro máximo de arenas de 2,5 mm según se indica en la NTE-RSC:86 la cual, aunque no es obligatorio cumplimiento, ayuda con su referencia.

Para la elaboración de hormigones, la Instrucción de Hormigón Estructural EHE establece los límites del árido fino que debe contener el material granular utilizado para la fabricación de hormigones, de manera que la fracción de AF que pasa por el tamiz 0.063 debe ser: $AF < 6\%$, para hormigones en obras sometidas a las clases generales de exposición IIIa, IIIb, IIIc, IV o bien alguna clase específica de exposición, y $AF < 10\%$, para hormigones en obras sometidas a las clases generales de exposición I, IIa, IIb y, no sometida a ninguna clase específica de exposición.

Por otra parte, y según se indica, el contenido de finos del árido grueso debe ser $< 1\%$ del peso total de la muestra.

Si el material granular retenido y acumulado en las fracciones correspondientes no se encuentra comprendido entre los límites establecidos debería estudiarse la posibilidad de realizar nuevas «dosificaciones» del granulado con las distintas fracciones obtenidas con el tamizado.

En cualquier caso, el TMA depende del uso y la situación que vaya a caracterizar el hormigón del que forme parte. En general, para un tamaño máximo del árido de 16mm, la EHE confirma su utilidad como árido para la fabricación de hormigones y 50mm en la fabricación de pavimentos de hormigón, siempre, menos de la mitad del espesor de la capa que se vaya a emplear.

Para ampliar las posibilidades de uso el material granular obtenido como árido para la fabricación de hormigones puede reducirse de forma global modificando, durante el proceso de triturado, el dispositivo marcado en la máquina y, por otra parte, puede obtenerse el árido con tamaño deseado a partir de la separación de las distintas fracciones granulométricas según interés.

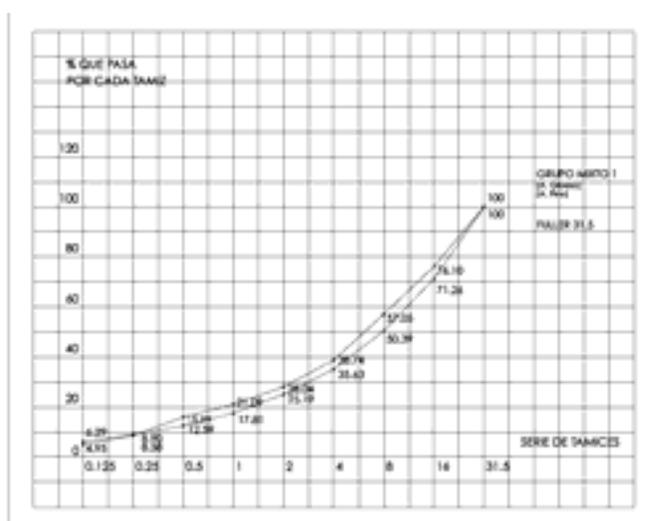


Gráfico 2
Curva Granulométrica del material granular estudiado
Fuente: B. Blandón, 2003.

Forma y superficie de los áridos

Para cualquiera de los usos o destinos posteriores que se puedan dar al material granular obtenido una vez tratado debidamente es relevante conocer las propiedades geométricas de los áridos que lo componen, ya sean naturales o artificiales, así como la existencia o no de aquellos laminares o aciculares y la proporción en la que se encuentran.

El Coeficiente de Forma, el Índice de Lajas y el Índice de Agujas reflejaría la existencia de áridos cuyas características pudieran condicionar cualquiera de sus usos posteriores, la compacidad de un suelo, el acabado de una superficie e incluso la resistencia de un hormigón.

Los resultados obtenidos confirman la existencia de partículas con formas inadecuadas para algunos de los usos descritos. La proporción en la que estos se encuentran aumenta según piezas de mayor tamaño. Este resultado es esperado si se recuerda la procedencia del material granular que aquí se trata, su composición, proceso de fabricación de las piezas cerámicas originales, su forma geométrica y, por tanto, sus consecuencias formales con el triturado.

Para evitar la presencia de áridos aciculares y laminares en una proporción excesiva se debe limitar inferiormente el coeficiente de forma de la grava.

Para su uso como áridos en la fabricación de hormigón, según muestra la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, es necesario que se cumplan las siguientes condiciones:

Coeficiente de forma $\alpha \geq 0,15$

Índice de Lajas $IL < 35\%$ en peso de los áridos considerados

El árido estudiado presenta formas inadecuadas para ser empleado en la fabricación de hormigones. El uso de este material granular produciría una mala «trabajabilidad» del hormigón, lo que implicaría aumentar la cantidad de agua en su composición y esto conduciría a menores resistencias que exigirían dosis excesivas de cemento. Por otra parte, el exceso de cemento en la dosificación es causante de fisuras que reducirían la durabilidad del hormigón.

A pesar de este parámetro resultante, el empleo del material granular reciclado en la fabricación de hormigones debe condicionarse a la realización de los ensayos correspondientes sobre probetas de hormigón que comprueben si es o no admisible la dosis de cemento empleada para que el hormigón alcance las propiedades de resistencia exigidas.

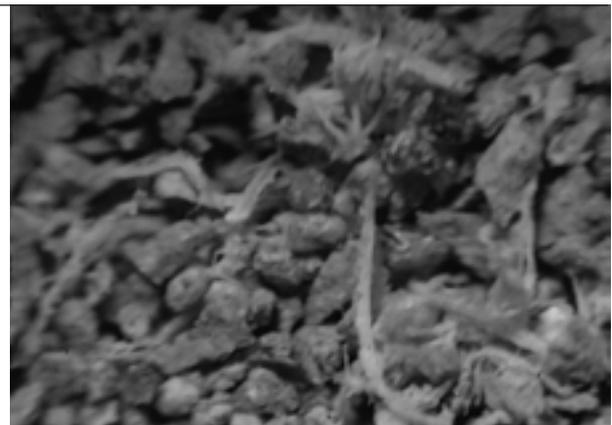
Foto 2

Trabajos de dimensionado del árido con pie de rey



Foto 3

Aspecto del árido. Lajas y agujas en el material granular
Imagen: x50



Ensayos de caracterización física y mecánica

Se incluyen en este grupo todos aquellos ensayos determinantes de las propiedades físicas y mecánicas de los áridos necesarios para conocer la estructura y el comportamiento del material granular frente a las acciones mecánicas a las que pueda estar sometido, propiedad determinante en su aplicación como árido para la construcción.

En general, los áridos empleados en construcción no deben reblandecerse con el agua ni descomponerse; los ensayos de tipo mecánico informan de las pérdidas de durabilidad y resistencia sufridas por el material al estar sometido a ciertas acciones.

Comentarios

Absorción de agua

La relación entre el aumento de masa de la muestra de árido debido a una inmersión total en agua y la masa seca de la muestra de árido se exige para conocer el comportamiento del material granular frente al agua obteniéndose datos acerca de la compactación del material.

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, la absorción de agua de los áridos finos y gruesos para hormigones debe ser $A \leq 5\%$, condición que deberá cumplir el material granular estudiado. La utilización de un tipo de árido con mayor absorción implica resistencias más bajas, menor compactación y durabilidad.

Los áridos ligeros artificiales, utilizados para la fabricación de hormigones ligeros armados, debido a su estructura porosa, tienen una mayor capacidad de absorción que los áridos normales. Esta característica debe tenerse en cuenta al verter el agua de amasado, volumen de agua que influye en la relación agua eficaz/cemento, en la docilidad, resistencia y densidad del hormigón.

La absorción de agua admitida para estos áridos es variable dependiendo del tipo y del proceso de fabricación seguido encontrando por centajes en volumen que van desde 4% (1/2 h) a 11% - 29% (1h).

El uso de este material granular en pavimentos y ciertos revestimientos queda supeditado a los resultados que se obtengan del estudio de la absorción de la pieza en cuestión, parámetro definido según el tipo de pavimento, calidad, espesor, etc.

Cuadro 5

Resumen de resultados obtenidos de la matriz mixta estudiada

Tipo de Ensayo	Resultados Obtenidos	
Densidad	Densidad real	$D_r = 2,2 \text{ gr/cm}^3$
	Densidad aparente	$D_{ap} = 1,57 \text{ gr/cm}^3$
	Dap. del mat. Granular	$D_{ap} \text{ MG} = 0,9 \text{ gr/cm}^3$
Porosidad		$P = 28 \%$
Absorción de Agua		$A = 12 \%$
Partículas Blandas	Contenido en P.B.	$PB = 2,48 \%$
Friabilidad de la Arena		$FA = 24,14 \%$
Aplisonado Proctor	Densidad máxima	$D_{max} = 1,64 \text{ gr/cm}^3$
	Humedad óptima	$H_{opt} = 12,8 \%$
Índice CBR	Proctor 100 %	$CBR = 58,1$
	Proctor 95 %	$CBR = 31,4$

Fuente: B. Blandón, 2003.



Foto 4
Trabajos de saturación del MG

Contenido en partículas blandas

Se deben identificar las partículas blandas contenidas en el material granular que se estudia y de igual forma, la escasa dureza que pudieran tener los recubrimientos superficiales que constituyen el árido. El procedimiento del ensayo consiste en la resistencia al rayado de las distintas partículas mediante el empleo del esclerómetro para dureza Rockwell⁵.

El caso de partículas consideradas como blandas se presenta en algunas areniscas, constituidas por partículas duras pero débilmente aglomeradas, las cuales al ser sometidas a la prueba de rayado desprenden porciones de material debido a su falta de cohesión, mientras que en el surco formado se observa depósito de metal debido a la dureza de las partículas que constituyen la piedra.

Según indica la Instrucción de Hormigón Estructural EHE y el Pliego General de Carreteras PG-4, la fracción de árido grueso utilizada para la fabricación de hormigones en carreteras debe contener $\leq 5\%$ del peso total de la muestra en partículas blandas, aspecto que cumple el material granular estudiado.

Las partículas blandas tienen menos resistencia que las del resto de áridos que componen el material granular estudiados. El riesgo que hubiera supuesto un contenido excesivo de partículas blandas sería la bajada de las resistencias en hormigones fabricados con ese árido.

El contenido en partículas blandas del árido empleado para la construcción de empedrados y engravillados debe ser 5%, condición que tras el estudio realizado cumple el material granular que se recicla.

Friabilidad de la arena

Este ensayo determina la resistencia a la fragmentación de aquella fracción que contiene el material granular, la cual podría llegar a formar parte de la fabricación de hormigones y morteros. El proceso seguido consiste en medir la evolución granulométrica de las arenas al ser sometidas al continuo golpeo por una carga de bolas que facilitan las condiciones para su fragmentación.

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, para los áridos utilizados en la fabricación de hormigones el resultado del ensayo (E. Micro-Deval) por el que se determina la friabilidad de la arena debe ser $FA \leq 40$.

Ensayo de desgaste

Lo que se conoce también como Ensayo de los Ángeles es exigido en la normativa específica para cada uso y se considera determinante para futuras aplicaciones en construcción, sin embargo, no consta en los resultados de este estudio y no pueden establecerse conclusiones finales ya que actualmente continua siendo objeto de investigación.

Cuadro 6

Resumen de resultados obtenidos de la matriz mixta estudiada

Tipo de ensayo	Resultados obtenidos	
Terrones de arcilla	Contenido en FF	L = 8,59 %
	Contenido en FG	L = 1,30 %
Materia orgánica	Contenido Inapreciable	
Partículas ligeras	Contenido Inapreciable	
Estabilidad a sulfatos	Sulfato Sódico en FF	Pérdidas > 40 %
	Sulfato Sódico en FG	Pérdidas < 20 %
	Sulfato Magnésico FF	Pérdidas > 20 %
	Sulfato Magnésico FG	Pérdidas < 10 %
Heladicidad	H < 4 %	
Cloruros	Contenido en Cl-	Cl- = 0,035 %
Sulfatos	Contenido en SO ₃	SO ₃ = 0,83 %
Sílice	Contenido en SiO ₂	SiO ₂ = 64,8 %
Óxidos	Óxido de hierro	Fe ₂ O ₃ = 2,2 %
	Óxido de aluminio	Al ₂ O ₃ = 4,1 %
	Óxido de calcio	CaO = 17,2 %
	Óxido de magnesio	MgO = 0,7 %
Calcinación	Pérdidas	Pc = 10 %
Compuestos de azufre	Solubles en agua	SO ₄ = 0,55 %
	Solubles en ácido	SO ₄ = 0,26 %
	Sulfuros oxidables	HNO ₃ = 0,0 %
Reactividad álcalis	Sílice y silicatos	No reactivo
	Carbonato	Potencialmente reactivo

Fuente: B. Blandón, 2003.

Para poder realizar este ensayo se apartan las muestras necesarias y, conocido su peso, pasan a una centrifugadora de bolas de acero. La centrifugadora desgasta el material en función de su dureza o resistencia; una vez desgastadas y lavadas, las muestras se vuelven a pesar y la diferencia de peso inicial y final refleja la cantidad de muestra perdida, es decir, el desgaste sufrido por el material.

Tratándose de un material procedente de RCD cerámicos triturados y contaminados por otros con los que se encontraba en contacto o adherido y, conociendo las características físicas y mecánicas de éste, el resultado que se obtendría —al tratarse de un material de dureza limitada— es muy por debajo de lo deseado. Así, la resolución de este ensayo descrito se considera innecesaria hasta añadir al MG otros que aumenten la dureza y resistencia del conjunto, mejorando los resultados que pudieran obtenerse de este ensayo y por tanto, su futura aplicación como áridos para hormigones, rellenos de material filtrante, sub-bases de carreteras, macadam y zahorras

Ensayos de caracterización química

Con la realización de estos ensayos determinantes de las propiedades químicas se estudia el comportamiento del material granular frente a las agresiones atmosféricas y químicas a las que pudiera estar sometido y su composición, contenido en partículas o sustancias cuyo exceso de concentración puede alterar sus propiedades e incluso limitar su uso como material granular en futuras aplicaciones en el campo de la construcción.

En general, los áridos empleados en construcción no deben formar combinaciones desfavorables con los elementos del cemento, ni deben influir negativamente sobre la hidratación o amenazar la protección contra la corrosión de las armaduras con las que pudieran estar en contacto.

Según la cantidad y distribución pueden ser nocivos aquellos polvos capaces de entrar en suspensión, materias de origen orgánico, determinados compuestos de azufre, elementos con tendencia al reblandecimiento, hinchazón, enmohecimiento, combustibles, y aquellos que puedan favorecer la corrosión, como por ejemplo los cloruros.

Comentarios

Contenido en terrones de arcilla

Determinados mediante el tacto y la vista, los resultados obtenidos sobre el porcentaje de arcillas en el material triturado van a depender en gran parte de la procedencia del material granular que se ensaya. Los RCD, entre sus componentes, contienen restos pétreos o arenosos de morteros y hormigones, y estos de yesos, etc.

que, incluso sin ser arcillas, pudieran desmenuzarse en este proceso.

El contenido en terrones de arcilla en el árido grueso utilizado para la construcción de carreteras en los compuestos de grava-cemento según el PG.4, debe ser $L < 2\%$ en peso.

En general, el Pliego General de Carreteras indica cómo los áridos utilizados en la construcción de firmes, naturales o artificiales, procedentes del machaqueo grava natural, deberán encontrarse exentos de arcilla.

Sin embargo, ya sea para la utilización del árido grueso en los empedrados y engravillados como en la fabricación de hormigones para carreteras, según indica el Pliego General de Carreteras, el contenido en terrones de arcilla debe ser $L < 0,25\%$ del peso total, resultado que supera los obtenidos y que, en este aspecto, descartaría para este uso el MG reciclado.

De igual forma, el contenido de terrones de arcilla en el árido fino utilizado para la fabricación de hormigones según indica la Instrucción de Hormigón Estructural debe ser $L < 1\%$ del peso total de la muestra. Para el árido grueso, $L \leq 0,25$.

Frente a este inconveniente, en la utilización de los RCD debe contemplarse como alternativa la posibilidad de lavado previo para reducir ese porcentaje de arcillas.

Contenido en materia orgánica

En la determinación de la materia orgánica que puedan contener las arenas utilizadas para morteros y hormigones, las impurezas que pueda contener el material granular que se estudia disminuyen la adherencia de los compuestos de los que pudieran formar parte en futuras aplicaciones.

Si el color resultante de la disolución ensayada, tras el vertido de la arena procedente del material granular reciclado, es más débil que el preparado tipo, esto indica un resultado óptimo y, por tanto, la ausencia de materia orgánica.

Este ensayo no se realiza para gravas, ya que si las partículas de materia orgánica que existen son grandes se podrían quitar con la mano y si son más pequeñas, pasarán al árido fino donde son menos apreciables a simple vista.

Cumpliendo con las directrices marcadas en la NTE-RSC:86, los áridos que forman parte de engravillados y de baldosas de terrazo no deben contener materia orgánica, característica que permite al material granular estudiado ser utilizado con ese fin.

El contenido en materia orgánica de los compuestos grava-cemento en la construcción de carreteras según indica el PG-4, expresado en ácido tánico, debe ser $MO < 0,05\%$.

Los áridos utilizados para la fabricación de hormigones, según describe la Instrucción de Hormigón Estructural y el Pliego General de Carreteras, tendrán un contenido mínimo en materia orgánica, el cual se define por aquella proporción que produzca un color más oscuro que el de la sustancia patrón.

El humus y otros ingredientes orgánicos pueden dañar el fraguado del cemento y cuando aparecen en forma granular, originan coloraciones e incluso desconchados del hormigón por hinchazón. Por otra parte, debido a la falta de adherencia, el contenido de materia orgánica es perjudicial para el fraguado y endurecimiento del hormigón, con las correspondientes consecuencias de baja resistencia y durabilidad.

Contenido en partículas de bajo peso específico

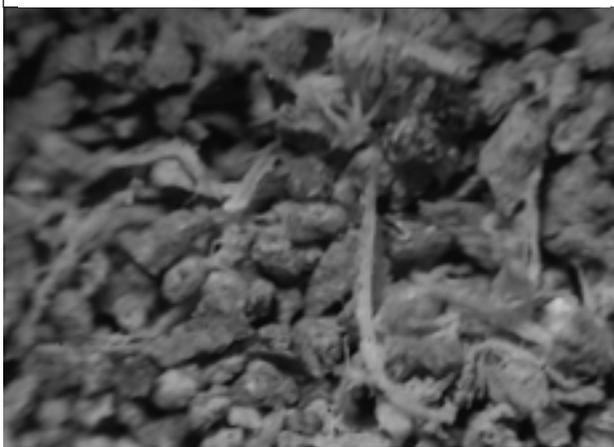
Para decidir sobre su aplicación futura como árido en la construcción deberán conocerse, de un modo aproximado, las partículas de carbón, lignito, pequeños trozos de madera, materias vegetales, etc., impurezas que puede contener el árido utilizado en la fabricación de morteros y hormigones.

Son partículas de bajo peso específico que contaminan el material granular. Para su determinación se ensaya la cantidad de árido fino que pasa por el tamiz 0.063 UNE y que flota en un líquido, ya preparado, de $\rho = 2$ y de acuerdo con las direcciones de la norma correspondiente.

Según se indica en la Instrucción de Hormigón EHE y el Pliego General de Carreteras PG-4, para los áridos utilizados en hormigones el porcentaje retenido por el tamiz 0.063 y, que flota en un líquido de peso específico 2 debe ser, para la fracción de árido grueso $\leq 1\%$ y, para la fracción de árido fino, $\leq 0,5\%$ (Foto 5).

Foto 5

Elementos ligeros contaminantes del material granular. Imagen x50



Estabilidad de los áridos frente a disoluciones de sulfato sódico y magnésico

Con la realización de estos ensayos se busca determinar la resistencia a la desintegración de los áridos utilizados en la fabricación de morteros y hormigones. Así, se trata de comprobar el efecto que sobre la muestra produce un efecto ambiental agresivo al que pueda estar sometido durante la próxima vida útil del producto.

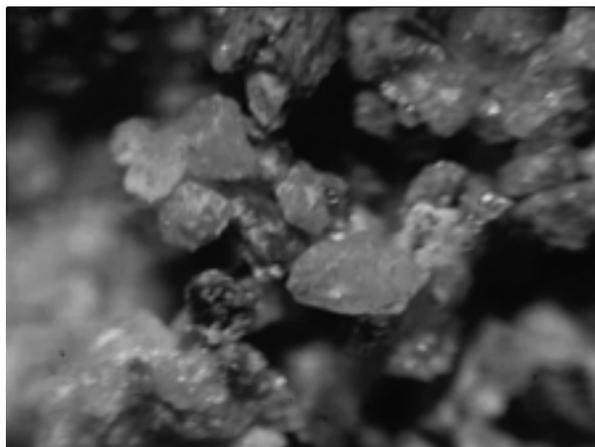
La carencia de datos sobre el posible comportamiento de este material granular frente a la intemperie puede sustituirse o complementarse al someterlo a ciclos alternativos de inmersión en disoluciones saturadas de sulfato sódico o sulfato magnésico y de secado a 105°C - 110°C, según se indica en la normativa correspondiente.

Las experiencias de alteración acelerada pueden definirse como una acción violenta y concentrada en el tiempo de los factores de alteración. No suelen ser posibles comparaciones cuantitativas con los resultados de exposición con tiempo real y no existen garantías de que se produzcan los mismos mecanismos de alteración. La razón puede ser que se ha recurrido a ensayos demasiado simplificados, que implican la suposición de que no existen efectos entre las diversas variables. Estas experiencias no se pueden considerar como autosuficientes pero ayudan a juzgar, entre otros ensayos, el comportamiento del material.

El principal objetivo de este ensayo es conocer la resistencia del árido utilizado frente a las heladas. Según la EHE y PG-4, el comportamiento del árido tanto frente al sulfato magnésico como al sulfato sódico es admitida para poder ser utilizado para la fabricación de hormigones y su uso en carreteras cuando existen pérdidas de peso $\leq 15\%$ en el árido fino y $\leq 18\%$ en el árido grueso y, tras cinco ciclos de tratamiento (Foto 6).

Foto 6

Ataque de disolución de sulfato sodico. Imagen (x50)



Heladicidad

El objetivo de estos ensayos es comprobar el desgaste que pueda sufrir el producto frente a los posibles cambios climatológicos durante su próxima vida útil, todo ello mediante experiencias de alteración aceleradas. La evaluación de los daños que el hielo puede originar en los materiales se puede hacer mediante la experiencia directa que supone la alteración del material y consiste en inducir ciclos de hielo-deshielo mediante las experiencias de heladicidad que se consideran después. El objetivo es reproducir el clima al que puede estar sometido el material, tratado o sin tratar, o crear condiciones más severas para obtener resultados en un menor intervalo de tiempo⁶.

Los áridos utilizados para la fabricación de hormigones pueden estar expuestos a cambios de congelación y descongelación, incluso cuando todavía están húmedos por lo que deben poseer una resistencia a la congelación suficiente.

Los áridos ligeros utilizados para la fabricación de hormigones ligeros armados no deberán poseer una cantidad de pérdidas mayor a 4% en masa. El aumento de hasta 10% en volumen que sufre el agua contenida en los poros al congelarse es una de las causas que pueden ocasionar daños a los áridos ligeros.

De todas formas, la norma DIN 2446 tiene en cuenta las consideraciones descritas con respecto a la realidad que rodea este ensayo hasta el punto de que incluso áridos que no pasan con éxito las pruebas de resistencia a la congelación son posteriormente admitidos, cuando mediante pruebas de congelación-descongelación realizadas con el hormigón se ha comprobado que son idóneos.

Los áridos que formen parte de pavimentos y revestimientos exterior es deberán someterse a las pruebas correspondientes para demostrar que el conjunto con ellos formado es resistente a las heladas, aspecto que se comprueba mediante la resistencia del árido a los sulfuros sódico y magnésico y el comportamiento de la pieza a la intemperie. Según se indica en la norma NTE, siguiendo la norma UNE 7033, las baldosas no presentarán en su cara exterior (huella) señales de rotura o deterioro.

Análisis químicos

Para determinar el contenido en cloruros, sulfatos, sílice, óxidos de calcio, hierro, magnesio o aluminio, la muestra se somete a procesos de inmersión en distintas disoluciones que permiten extraer cada uno de estos compuestos.

Contenido en cloruros

Este ensayo es adecuado para los áridos cuyo contenido en cloruros proceda del contacto directo con aguas

salinas o por haber estado sumergido en dichas aguas, como es el caso de aquellos áridos extraídos del mar. Para los áridos procedentes de zonas desérticas, el análisis de la disolución en ácido nítrico, puede proporcionar niveles de iones cloruro significativamente superiores a los obtenidos por este método.

Según indica la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, el contenido de cloruros solubles en agua queda limitado:

$C \leq 0,05 \%$ para hormigones armados

$Cl \leq 0,03 \%$ para hormigones pretensados.

Contenido en sulfatos

Sulfatos solubles en agua que contienen los áridos, los cuales, en presencia del cemento, pueden reaccionar e influir negativamente reduciendo la resistencia del hormigón. Para el cálculo, de la muestra de árido se extraen, con agua, los iones sulfatos, siguiendo las pautas indicadas en la norma correspondiente.

Según se indica en la Instrucción de Hormigón Estructural, el contenido en sulfatos de la fracción del árido fino o grueso utilizado para la fabricación de hormigones debe ser $< 0,8\%$ del peso total de la muestra.

Con los sulfuros existe el peligro de que, debido a la presencia de aire y humedad en el hormigón, se oxiden, pasando a sulfatos. Los sulfatos solubles en agua se combinan con las sales de aluminio del cemento y originan perturbaciones que pueden destruir totalmente el hormigón.

El contenido en sulfatos solubles en ácidos (SO_3) y referidos al árido seco de los compuestos grava-cemento en la ejecución de carreteras, según indica el Pliego General PG-4, expresado en SO_3 , debe ser $< 0,5\%$ en peso.

Contenido en sílice

Tras llevar la muestra a una disolución completa, se consigue determinar uno de los elementos mayoritarios contenidos en el material granular, el sílice.

El exceso de sales en el material granular puede originar la posterior corrosión de las armaduras con las que se encuentre en contacto, por ejemplo nitratos y halogenuros (a excepción de fluoruros).

Los áridos destinados al hormigón ligero no deben contener cantidades perjudiciales de sales que puedan originar la corrosión de las armaduras.

Compuestos totales de azufre

Debe determinarse cualitativa y cuantitativamente, si fuera necesario, la existencia en los áridos de compuestos de azufre que se encuentran solubles en agua, en ácido clorhídrico y en los sulfuros oxidables durante su hidratación.

El resultado acerca del contenido total en compuestos de azufre se obtiene mediante la diferencia entre los sulfatos extraíbles por una disolución alcalina oxidante y los sulfatos extraíbles sólo por disgregación alcalina no oxidante.

Cuando el contenido en compuestos de azufre es excesivo, los hormigones y morteros fabricados con este árido pueden sufrir alteraciones en el fraguado y endurecimiento, pérdidas de resistencias y una importante disminución de la durabilidad debido a que la presencia de azufre pone de manifiesto la inestabilidad potencial del árido.

Según la Instrucción de Hormigón Estructural EHE en los áridos, el contenido en los compuestos totales de azufre (SO₃) y referidos al árido seco será < 1%, para árido fino y grueso, y el contenido de sulfatos solubles en ácidos será 0,8%.

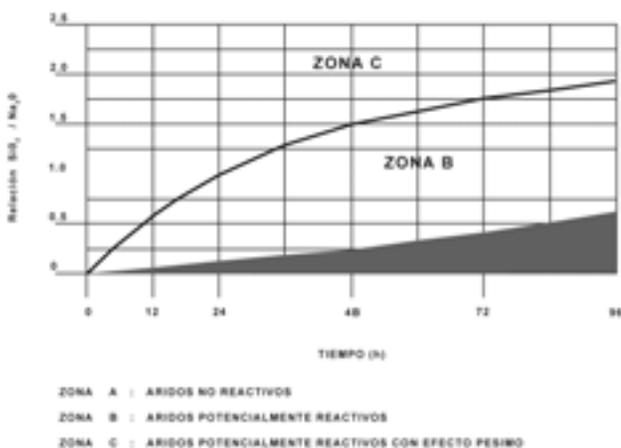
El contenido en compuestos de azufre del material granular empleado en la construcción de empedrados y engravillado, según se indica en NTE-RSC:86, debe ser 1,2%.

Reactividad frente a los álcalis del cemento

Ensayo que determina, por vía química y de forma rápida, la posible reactividad de tipo álcali-sílice y silicato de los áridos que forman parte del material granular que se estudia frente a los álcalis que normalmente contiene el cemento.

Los resultados sobre la determinación de sílice SiO₂ y óxidos de sodio para las distintas edades (24, 48, 72 y 96 horas) se llevan a una gráfica que refleja la variación de la relación entre ambos en relación al tiempo; así, se obtiene una clasificación del árido en función de la disposición de su curva representativa.

Gráfico 3
Reactividad álcali-sílice y álcali-silicato. Gráfica obtenida según valores de referencia para la representación



Los valores de SiO₂/Na₂O correspondientes a los puntos de separación de esas tres zonas gráficas se muestran en el gráfico 3.

Por otra parte, conocidos el contenido de CaO, MgO y Al₂O₃, se puede evaluar la reactividad potencial del árido a los carbonatos según la norma UNE 146507-2:99 ex (gráfico 4).

Según se indica en la Instrucción de Hormigón Estructural EHE, el árido utilizado como parte de los hormigones, debe considerarse como no reactivo. Definiendo como árido potencialmente reactivo aquel donde siendo:

$$R \geq 70, \text{ la concentración de SiO}_2 > R.$$

$$R < 70, \text{ la concentración de SiO}_2 > 35 + 0.5 R$$

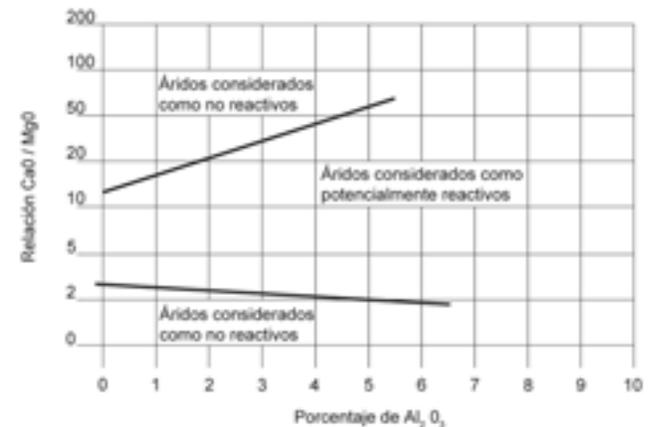
Conclusiones

Como objeto de este estudio se han establecido, con carácter general, las características físicas, químicas y mecánicas que posee el MG obtenido de RCD cerámicos generados en el área metropolitana de Sevilla.

Si se comparan datos originales acerca de los materiales cerámicos que componen la matriz considerada y los procedentes de los RCD cerámicos apartados, se comprueba que la alteración que pueden producir sobre el conjunto del material granular los posibles «contaminantes adosados» es en algunos caso la mejora de sus aptitudes y, por tanto, no siempre afectan de forma negativa las características del grupo.

Los resultados negativos obtenidos en los ensayos de Granulometría, Equivalente de Arena, Terrones de arcilla, dificultan inicialmente la aceptación del material gra-

Gráfico 4
Reactividad álcali-carbonatos. Gráfica obtenida según valores de referencia para la representación



nular estudiado para aplicación en la construcción de sub-bases de carreteras, macadam, empedrados, engravillados y hormigones como se ha ido contemplando en cada ensayo, sin embargo, estos resultados se modifican y mejoran mediante la adopción de medidas previas sobre el material granular estudiado: limpieza previa del material, mayor trituración, nuevas dosificaciones, adición de material pétreo procedente de hormigones o árido natural, etc.

El resto de condiciones y recomendaciones acerca del uso de este material granular como árido para hormigones, terrazos, revestimientos de fachadas, baldosas de hormigón, etc., debe establecerse sobre probetas y muestras de la propia pieza resultante.

Los resultados obtenidos respecto de una futura proyección de este nuevo material granular como aplicación en la construcción, se resumen en el siguiente esquema:

Aplicación del MG como árido para rellenos de material filtrante

Los resultados obtenidos cumplen las especificaciones marcadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4. El valor mínimo exigido sobre el Coeficiente de Desgaste se alcanza añadiendo a la matriz estudiada un porcentaje de árido natural o MG procedente de restos de hormigones a reciclar.

El material granular estudiado se puede considerar por tanto, apto para la ejecución de rellenos filtrantes en drenajes de muros y calzadas.

Aplicación del MG como árido para sub-bases de carreteras

Los resultados obtenidos referentes al Equivalente de Arena (EA), Índice CBR y Contenido en Terrones de Arcilla, cumplen las especificaciones marcadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4. El valor mínimo exigido sobre el Coeficiente de Desgaste se alcanza añadiendo a la matriz estudiada un porcentaje de árido natural o MG procedente de restos de hormigones a reciclar.

Rectificando las dosificaciones exigidas de forma adecuada se puede considerar que el material granular estudiado es apto para la ejecución de sub-bases de firmes o calzadas.

Aplicación del MG como árido para macadam de carreteras

Los resultados obtenidos en relación con la forma y superficie de los áridos, Caras de fractura y Contenido en Terrones de Arcilla cumplen las especificaciones marcadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4. El valor mínimo exigido

sobre el Coeficiente de Desgaste se alcanza añadiendo a la matriz estudiada un porcentaje de árido natural o MG procedente de restos de hormigones a reciclar.

Rectificando de forma adecuada las dosificaciones exigidas y mejorando la calidad y precisión del proceso de triturado se deben continuar los estudios referentes a esta aplicación hasta conseguir un MG procedente de RCD cerámicos que resulte adecuado para este uso.

Aplicación del MG como árido para ahorras de carreteras

Los resultados obtenidos cumplen las especificaciones marcadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4. El valor mínimo exigido sobre el Coeficiente de Desgaste se alcanza añadiendo a la matriz estudiada un porcentaje de árido natural o MG procedente de restos de hormigones a reciclar. El material granular estudiado se puede considerar por tanto, apto para la ejecución de ahorras de carreteras.

Aplicación del MG como árido para firmes grava-cemento

Los resultados obtenidos cumplen las especificaciones marcadas en el Pliego de Condiciones Técnicas Generales para Obras de Carreteras y Puentes PG-4. El material granular estudiado se puede considerar, por tanto, apto para la ejecución de firmes de este tipo.

Aplicación del MG como árido para empedrados y engravillados

Los resultados obtenidos referentes al Tamaño Máximo del árido TMA, Caras de Fractura, contenido en Partículas Ligeras, Partículas Blandas, Materia Orgánica, Compuestos de Azufre, cumplen con las recomendaciones indicadas en la Norma Tecnológica NTE-RSC.

Rectificando de manera adecuada las dosificaciones marcadas y sometiendo el MG a un adecuado proceso de lavado y limpieza previo a su colocación, se puede considerar que el material granular estudiado es apto para la ejecución de pavimentos continuos sobre mortero (tipo engravillados o empedrados).

Aplicación del MG como áridos ligeros artificiales

Los resultados obtenidos cumplen los valores establecidos en normativa y las recomendaciones de los fabricantes a este respecto considerando un MG con una Densidad Aparente de 1,57 gr/cm³ que lo hace adecuado para la ejecución de rellenos de este tipo.

En el caso de utilizar el MG como áridos ligeros para hormigones pretensados, el contenido en Cloruros solubles en agua debe ser controlado a fin de evitar el posible ataque a las armaduras con las que pudiera estar en contacto.

Aplicación del MG como árido para la fabricación de hormigones

Los resultados obtenidos acerca del Contenido en Finos de las arenas, Índice de Lajas (IL), Absorción (A), Contenido en Partículas Ligeras, Partículas Blandas, Materia Orgánica, Cloruros, Sulfatos, Friabilidad de la Arena, Estabilidad frente a Sulfatos, Heladicidad, Reactividad frente a los Alcalis del Cemento, cumplen las especificaciones marcadas en la Instrucción Técnica del Hormigón EHE. El valor mínimo exigido sobre el Coeficiente de Desgaste y coeficiente de forma se alcanzan añadiendo a la matriz estudiada un porcentaje de árido natural o MG procedente de restos de hormigones a reciclar.

Sometiendo el MG a un adecuado proceso de lavado y limpieza previo a su utilización se reduce 7% en peso el valor del Equivalente de Arena (EA) mínimo exigido y el Contenido en Arcillas, pudiendo considerar que el material granular estudiado es apto para su utilización en la fabricación de hormigones.

El sector de la construcción está en el momento de tomar conciencia ecológica. Han de divulgarse conocimientos y aplicaciones actuales para ir hacia una construcción sostenible en la cual las cantidades de materias primas consumidas sean menores a las que la naturaleza es capaz de soportar.

Reducir el impacto ambiental seleccionando materiales y métodos de trabajo apropiados, diseñar edificios con eficiencia energética y durabilidad y prevenir la futura eliminación o el reciclaje de los distintos componentes son buenas alternativas que siguen las líneas de trabajo marcadas por la Unión Europea.

Como resultado de este trabajo y tras obtener , caracterizar y definir técnicamente el nuevo material a partir de la transformación de residuos de construcción y demolición, se posibilita la idea de introducir en el mercado un material elaborado a partir de los escombros que hasta ahora tenían como destino final el vertedero, aumentando con ello su ciclo de vida útil y aportando condiciones de mejora en la actividad del sector de construcción y en el medio ambiente por los beneficios directos que tendrá su desarrollo en la minimización de los residuos que se depositan en los vertederos⁷.

Notas

1. Distinguiendo de escombros de construcción y demolición aquella porción de residuo generado por la manipulación de los productos y materiales utilizados en obra con exclusión de las tierras sobrantes. Según el Plan Nacional de RCD (2001-2006), se consideran escombros aquellos RCD procedentes de derribos de edificios o de rechazo de los materiales de construcción de las obras de otros de nueva planta y de pequeñas obras de reformas en viviendas o urbanismo (Ley 10/98).
2. RCD generados por manipulación, rotura de materiales, pérdidas o sobrantes de materia prima, envases no retornables, elementos y materiales auxiliares inutilizables.
3. Cf. Blandón González, Begoña. Tesis Doctoral. Sevilla 2003.
4. Propiedades del MG que va a ser estudiado para su posible aprovechamiento según la Instrucción de Hormigón Estructural (EHE), Pliego de Prescripciones Técnicas General para Obras de Carreteras y Puentes (PG-4), Normas Tecnológicas sobre revestimientos y acondicionamiento del terreno del Ministerio de Obras Públicas y Transportes (NTE-RSC.86, NTE-ADE.77) y aquellas recomendaciones de interés procedentes de fabricantes de materiales de construcción.
5. Aparato de ensayo que consta de una varilla guiada verticalmente y que está terminada, en su parte interior, por un pequeño cilindro de Cuzin cuyo diámetro es de 1,5 mm \pm 0,02 mm. La dureza Rockwell del Cuzin está comprendida entre B65 y B67.
6. Esta experiencia no simula adecuadamente las condiciones reales en las que existe un gradiente de temperatura entre las caras externa e interna del material.
7. Es otra forma de contribuir a la construcción de un "edificio limpio": reducción en el consumo de materias primas naturales, reducción en el impacto ambiental por el vertido de escombros e incorporación de un nuevo producto, con unas propiedades definidas en el sector productivo.

Referencias bibliográficas

- Barrios Sevilla, J. y Valverde Espinosa, I. (2001) *Hormigón. Materiales de construcción*. Granada, España.
- Laffarga Osteret, J. y Olivares Santiago, M. (1995) *Materiales de construcción*. Sevilla, España.
- Lund, Herbert F. (1996) *Manual McGraw-Hill de reciclaje*. McGraw-Hill, Madrid.
- Plan Nacional de Residuos de Construcción y Demolición (PNRCD) 2001-2006.
- John Wiley & Sons, Inc. *Green building material*.
- Zaragoza Bernal, A. (2000) *Reutilización de los residuos generados en la obra para la obtención de hormigones*. Alicante, España.

Caracterización físico-química de agregados reciclados

José Antonio Domínguez Lepe / Facultad de Ingeniería Civil de la CUJAE, La Habana, Cuba
 Emilio Martínez Lobeck / Facultad de Ingeniería Civil de la CUJAE, La Habana, Cuba
 Víctor Villanueva Cuevas / Instituto Tecnológico de Chetumal, Quintana Roo, México

Resumen

En este trabajo se muestran las características físicas y químicas de agregados finos y gruesos obtenidos a través del reciclaje de residuos de construcción y demolición comparadas con las de agregados obtenidos a partir de roca natural de la región. Se concluye que los agregados reciclados pueden sustituir a los agregados obtenidos a partir de la roca natural, pero tomando en cuenta sus características especiales. Por lo anterior, se recomienda el estudio de su utilización con aditivos o bien en concretos sin acero de refuerzo, brindando con esto una importante alternativa sustentable y de menor costo.

Abstract

This work shows the physical and chemical characteristics of fine and thick aggregates from construction and demolition recycled remains, and it compares them to those aggregates coming from natural rock in the region. The conclusion is that the first are able to substitute the latter, if we take account of its specific characteristics. For this reason, the study of its usage together with additives or non steel reinforced-concrete is recommended; this offers a sustainable and cheaper alternative.

La industria de la construcción emplea gran variedad y cantidad de productos y subproductos derivados de la roca natural. Basta con mirar nuestro entorno para darnos cuenta de que desde la cimentación hasta las cubiertas, pasando por la estructura y los muros, el elemento «piedra» está siempre presente en concretos, morteros, bloques, pisos, bovedillas, entre muchas otras, incluso en forma más directa como en las mamposterías, no se diga en la construcción de calles y carreteras. En muchas partes del mundo, hasta hace algunos años, encontrar una cantera de buena calidad y relativamente cercana no era mayor problema pero el empleo extensivo de este recurso, aunado a las restricciones ambientales, ha propiciado que dichas canteras sean cada vez más escasas y lejanas. El aumento en la demanda por el crecimiento natural de la población y la escasez ha originado un incremento en los precios de los productos derivados de la roca. Otro factor es que el aprovechamiento de la piedra o roca implica derribar árboles y retirar la capa vegetal dejando a su paso enormes huecos en el suelo que posteriormente no se puede utilizar para otra actividad económica como la agricultura o la ganadería. Las áreas que quedan después de la explotación tampoco pueden ser utilizadas como habitacionales, porque ello implicaría abrir un hueco más lejano para cubrir el actual y así sucesivamente.

A su vez, la industria de la construcción genera gran cantidad de desechos ya sea por el proceso mismo de construcción o por demoliciones; de hecho, en los países desarrollados es la mayor fuente de residuos industriales,

Nuestro agradecimiento muy especial al Sistema Regional de Investigación Justo Sierra Méndez (SISIERRA) del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por el financiamiento brindado a este trabajo de Investigación; al Instituto Tecnológico de Chetumal, por todo el apoyo institucional., y el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría de La Habana, Cuba, por el apoyo y la tutoría para el desarrollo de los trabajos.

Descriptor:

Palabras clave: Reciclaje de residuos de construcción; Agregados a partir de roca

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 20-I, 2004, pp. 23-29.
 Recibido el 18/05/04 - Aceptado el 04/11/04

los cuales fueron evaluados a mediados de la década de los noventa (Molina, 1997) en cerca de 450 kg por habitante por año, y en un estudio más reciente Parra da un rango entre 520 y 760 kg/hab/año (Parra, 2002), sin tomar en cuenta guerras ni desastres naturales. De ese gran volumen el concreto es el más abundante, ya que representa 67% en peso (Frondistou-Yannas, 1985). Este criterio es compartido por Bossink (cf. Bossink y Br ouwers, 1996) que ha desarrollado extensos estudios sobre esta temática en Europa. Si al concreto le agregamos otros residuos de origen pétreo como los morteros, la cerámica, bloques y piezas ornamentales entre otros, este porcentaje se vería incrementado y podría llegar hasta 85% del total (Molina, 1997). Generalmente estos materiales de desecho van a parar a vertederos clandestinos, como terrenos baldíos o áreas ecológicas, y en el mejor de los casos se utiliza como relleno, resultando una mala imagen urbana y contaminación.

La problemática descrita es la que motivó el desarrollo de este trabajo de investigación que se enmarca en la filosofía del desarrollo sustentable. La hipótesis inicial fue que los agregados producto del reciclaje de residuos de construcción y demolición cuentan con características que les permiten sustituir en muchos casos a los agregados obtenidos a partir de roca natural. La idea de reciclar residuos de la construcción no es nueva. En Estados Unidos y particularmente en Europa —que se enfrentó después de la Segunda Guerra mundial a sus ciudades destruidas y a un grave problema de acumulación de escombros— se ha comprendido la importancia ecológica y económica del reciclaje, dando lugar a la creación de comités como el RILEM (Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos e Investigación sobre los Materiales y las Construcciones) y el EDA (European Demolition Association), con la intención de crear y promover normas para la utilización de este tipo de agregados.

En este trabajo se muestran las características físicas y químicas de agregados finos y gruesos obtenidos a través del reciclaje de residuos de construcción y demolición. Sus características fueron comparadas con las de

agregados obtenidos a partir de roca natural de la región. Uno de los aportes de este estudio es que no se recicló únicamente concreto para obtener nuevos agregados, como se hace en los países desarrollados, sino que se utilizó como materia prima material heterogéneo, lo que pensamos corresponde más a la realidad latinoamericana, donde no se encuentra con facilidad la tecnología necesaria para realizar la separación de residuos y en la práctica desgraciadamente no se aplican los mecanismos y principios necesarios para evitar su mezcla. Se estudiaron su peso volumétrico, densidad, absorción, resistencia a la abrasión, granulometría y contenido de materia orgánica. También se realizaron análisis químicos encaminados a detectar agentes nocivos que pudieran afectar la durabilidad del hormigón. Bajo la luz de los resultados obtenidos se puede concluir que tomando las previsiones necesarias los agregados reciclados pueden sustituir eficazmente a los agregados naturales, brindando con esto una alternativa económica y más amigable con la naturaleza.

Metodología

Muestreo de la materia prima

Apegados a los criterios del muestreo determinístico intencional (Namakforoosh, 1993), se recolectaron 42 m³ de residuos¹ de 7 lugares distintos, siempre cuidando que las muestras fueran representativas en volumen y tipo de los desechos generados en la región. Se tomaron residuos de concreto, bloques, bovedillas, cerámica, morteros y acabados diversos. La carga del material a los camiones de volteo se hizo utilizando medios manuales con la finalidad de tener una selección implícita, es decir, verificando que la materia prima estuviera libre de materiales como vidrios, maderas, plásticos, cartones, papel y aceo. Una vez que se contó en la planta trituradora con el volumen total especificado, se realizó una inspección final para verificar y en todo caso mejorar la limpieza de la materia prima.

Foto 1
Recolección
de la materia
prima



Foto 2
Inspección
de la materia
prima



Obtención de agregados a través de trituración

Con los 42 m³ de desechos se obtuvieron por trituración tres tamaños de agregado: 15 m³ de fino, 5 m³ de grava y 12 m³ de agregado grueso. El proceso es el mismo que se emplea para la roca natural, con la doble finalidad de tener un punto de comparación y referencia con los agregados naturales e incidir favorablemente en la motivación de los productores acerca de la producción de estos materiales, al no tener requerimientos especiales para ello.

Caracterización de los agregados

Una vez obtenidos los nuevos agregados, fueron trasladados a las instalaciones del Instituto Tecnológico de Chetumal, en México, para aplicarles las pruebas de labo-

ratorio necesarias según las normas de la ASTM (American Society for Testing and Materials), a fin de determinar sus características. Estas características tienen su aplicación en el momento de diseñar concretos u otros elementos constructivos como bloques, bovedillas, viguetas, entre muchos otros. Paralelamente se tomaron muestras de material natural, para realizar los mismos estudios como punto de comparación y referencia. Los procedimientos se desarrollaron de acuerdo con lo indicado en las normas mostradas que muestra el cuadro 1.

La caracterización química se realizó en el Centro Técnico para el Desarrollo de los Materiales de Construcción (CTDMC) de La Habana, Cuba y según «Metodología para análisis de silicatos» elaborada por el Laboratorio Central de Minerales Isaac del Corral del año 1986.

Foto 3
Trituración de los desechos



Foto 4
Apilado de los nuevos agregados

Cuadro 1
Normas ASTM aplicadas

Nº de prueba	Nombre de la prueba	Norma ASTM
1	Determinación del peso volumétrico del agregado grueso (seco y suelto)	ASTM C29/C29M-97
2	Determinación del peso volumétrico del agregado grueso (seco y compacto)	ASTM C29/C29M-97
3	Densidad y absorción del agregado grueso.	ASTM C127-01
4	Análisis granulométrico del agregado grueso.	ASTM C136-01 ASTM C33-03
5	Resistencia a la abrasión del agregado grueso	ASTM C131-03 ASTM C33-03
6	Determinación del peso volumétrico del agregado fino	ASTM C29/C29M-97
7	Densidad y absorción del agregado fino.	ASTM C128-01e1
8	Análisis granulométrico del agregado fino	ASTM C33-03, ASTM C136-01
9	Impurezas orgánicas en el agregado fino	ASTM C40-04 ASTM D 1544-98

Resultados

Las pruebas de laboratorio arrojaron los resultados que se ofrecen en los cuadros 2 y 3.

Como se puede observar en el cuadro 2, para el agregado grueso tanto el PVSS como el PVSC del material producto del reciclaje están por arriba del material natural con una diferencia de 68 kg/m^3 (6,0%) para PVSS y 38 kg/m^3 (3,2%) para PVSC. Esto indica que el material reciclado tiene mejor acomodo entre sus partículas que el natural. De acuerdo a su densidad, tanto el agregado reciclado como el natural se pueden clasificar como ligeros, ya que una roca caliza normal tiene una densidad comprendida entre 2,5 y 2,8 (Neville, 1988). Además, la absorción fue mayor en el material natural, en consecuencia la relación agua/cemento no se incrementa en comparación con el material natural ya que el reciclado no absorbe una cantidad mayor de agua efectiva de la mezcla. Por último, ambos materiales aprobaron la prueba de degradación por abrasión e impacto pero con un saldo positivo a favor del material natural que obtuvo 35,70% de degradación, contra 43,40% del material reciclado, siendo 50% el máximo admisible según la norma en cuestión.

En cuanto al agregado fino (cuadro 3), el PVSS del reciclado fue mayor al natural con una diferencia de 61 kg/m^3 (4,7%) mientras que la densidad fue menor por $0,19 \text{ kg/lt}$ (9,1%). En el agregado fino la tendencia en cuanto a absorción se revertió, obteniéndose una alta absorción del material reciclado con 14,03% contra 7,99% del natural, por lo tanto el material reciclado incrementa su necesidad de cantidad de cemento para mantener una misma relación agua/cemento debido a su alta

necesidad de agua en la mezcla. Tomando en consideración que el valor del módulo de finura es más alto mientras más grueso es el agregado, se observa que el agregado reciclado es mejor que el natural en este punto, con una diferencia de 0,29 (10,3%) del valor del módulo de finura, por lo tanto la cantidad de cemento utilizado en los agregados reciclados actuará mejor al contener menos partículas finas.

En las gráficas granulométricas del agregado grueso (gráficos 1 y 2) se puede observar que el material reciclado, en la malla n° 4 obtuvo un alto porcentaje de material que la traspasa (21%), rebasando el máximo especificado en la norma (15%), pero en las demás mallas se pudo observar un buen comportamiento granulométrico. El material natural presenta una mejor graduación ya que su gráfica se encuentra siempre dentro de los límites establecidos. Se hace la observación de que aun con las mismas condiciones de trituración el tamaño máximo de agregado obtenido fue diferente con 1 pulgada para el material natural y 3/4 de pulgada para el material reciclado.

Con respecto a la granulometría del material fino se puede observar en los gráficos 3 y 4 que ambos materiales sobrepasan el límite máximo (10%) en la malla n° 100, con 20% para el reciclado y 24% para el natural, lo que definitivamente es negativo para los concretos, sin embargo existe 4% a favor de los agregados reciclados. Otra pequeña desviación del agregado reciclado sucedió en la malla n° 8, donde la norma permite un mínimo de 80% y se obtuvo 77%, lo que no es significativo. En las demás mallas ambos materiales se comportaron dentro de los límites establecidos.

Cuadro 2

Características físicas del agregado grueso

Características de la muestra	Unidad	Material natural	Material reciclado
Peso volumétrico seco y suelto	kg/m ³	1.061,00	1.129,00
Peso volumétrico seco y compacto	kg/m ³	1.138,00	1.176,00
Densidad	kg/lt	2,03	1,99
Absorción	%	13,64	11,82
Abrasión	%	35,70	43,40

Cuadro 3

Características físicas del agregado fino

Características de la muestra	Unidad	Material natural	Material reciclado
Peso volumétrico promedio, seco y suelto	kg/m ³	1.245,00	1.306,00
Densidad	kg/lt	2,10	1,91
Absorción	%	7,99	14,03
Módulo de finura	—	2,53	2,82

La prueba para determinar las impurezas orgánicas de los agregados finos fue realizada utilizando el método visual basado en colorimetría (ASTM C40-04 y D1544-98), un método de apreciación, pero no hubo problema alguno al momento de hacer las observaciones. Como se ve en la foto 6 ninguno de los dos materiales mostró exceso de impurezas orgánicas, pero vale la pena señalar que el material reciclado resultó visiblemente más claro, lo que señala su mayor pureza en este rubro.

Los resultados de las pruebas químicas indican que el material es altamente calizo, ya que contiene 46,91% de óxido de calcio (CaO), que convertido a carbonato de calcio (CO₃Ca) representa cerca del 84%. En cuanto al porcentaje de iones de cloruro (Cl) es bastante bajo ya que tan sólo representa 3,5 gr. por kg de material. Sólo se obtuvieron álcalis en proporción de 0,23% sumando los óxidos de sodio y de potasio. Los sulfatos (SO₃), en proporción de con 0,69%, están dentro del límite máximo de 1% recomendado por la RILEM (RILEM, 1994).

Gráfico 1
Granulometría del agregado grueso natural

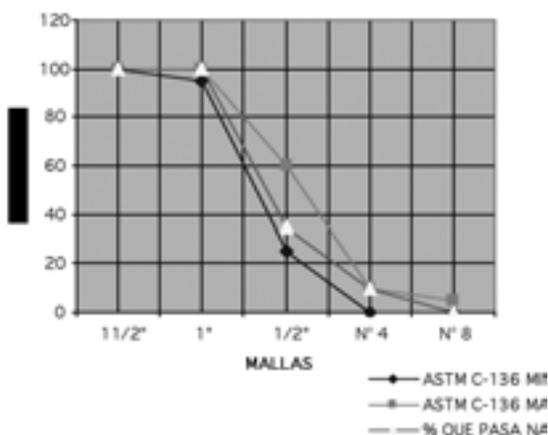


Gráfico 3
Granulometría del agregado fino natural

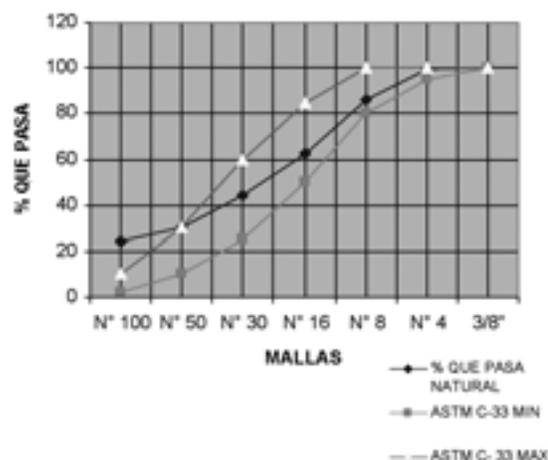


Gráfico 2
Granulometría del agregado grueso reciclado

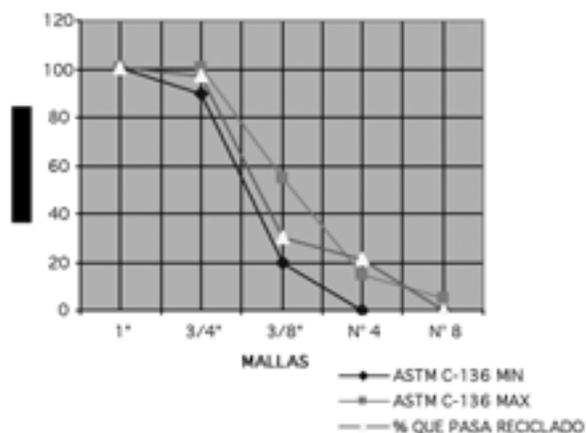
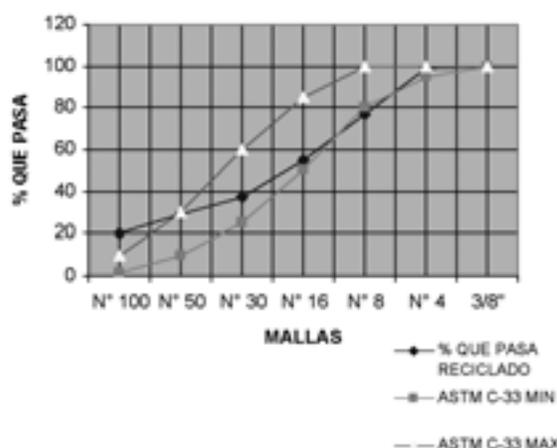


Gráfico 4
Granulometrías del agregado fino reciclado



Discusión

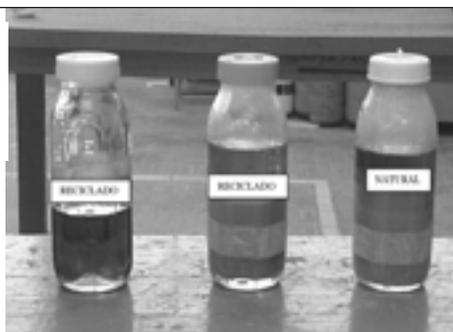
El estudio y uso de los agregados reciclados no es nuevo, pero su auge se ha venido incrementando notablemente en los últimos años debido a que el mundo ha comprendido su importancia económica y ecológica. En términos generales los investigadores —desde décadas pasadas (Malhotra, 1976; Buck, 1977; Nixon, 1979; Frondistou-Yannas, 1985) y hasta en años más recientes (Kasai, 1993; Barra, 1997; Gómez, 1999; Dal Molin, 2003)— coinciden en que las principales diferencias entre agregados reciclados y naturales son: por un lado, la mayor absorción de humedad por parte de los primeros, acentuándose en los agregados finos (14,03% en este estudio), lo cual se atribuye a la porosidad de la pasta de cemento que tiende a concentrarse en la parte fina; por otro lado, la densidad del agregado reciclado que es menor, pero las variantes de densidad no son tan marcadas como las que se tienen en absorción. En el presente trabajo se encontraron resultados coincidentes con estos. De hecho los autores han realizado trabajos más extensos con este tipo de agregados (Domínguez y Villanueva, 2000) en años anteriores y los resultados han sido muy similares.

En cuanto a la granulometría, se obtuvieron porcentajes muy altos en la fracción fina, en especial la que pasa la malla 100 (20%), lo que resulta perjudicial a la hora de fabricar concretos, sin embargo, cabe señalar que este porcentaje de finos fue aún mayor en el agregado natural que se utiliza regularmente en la zona (24%), problema que es conocido y han sabido solventar los constructores locales. De hecho la Reunión Internacional de Laboratorios de Ensayos e Investigación sobre los Materiales y las Construcciones, en sus recomendaciones emitidas a través de su grupo de tarea (RILEM, 1994) reco-

noce que a los agregados finos reciclados se les pueden aplicar las especificaciones tradicionales, no así al agregado grueso, que condiciona en su porcentaje de participación en los concretos, debido a que en condiciones especiales de exposición y debido a su porosidad podrían afectar la durabilidad del concreto armado ya que la velocidad de carbonatación y de ingreso de cloruros puede ser mayor.

Otro punto a destacar es la materia prima utilizada. Mientras en los países desarrollados se insiste en fabricar concreto reciclado sólo a partir de residuos de concreto original, clasificando incluso otros materiales —como los morteros y tabiques— como contaminantes, en América Latina se hacen esfuerzos por reciclar materia prima más heterogénea. Debido al uso de materia prima heterogénea, además de medir el contenido de materia orgánica se realizaron análisis químicos a los agregados, con la finalidad de detectar sustancias o agentes nocivos como iones de cloruro, sulfatos, o álcalis. Se encontró que el material es altamente calizo, ya que contiene 46,91% de óxido de calcio (CaO), que convertido a carbonato de calcio (CO_3Ca) representa cerca de 84%. En cuanto al porcentaje de iones de cloruro (Cl), es bastante bajo ya que sólo representa 3,5 gr. por kg de material. Los álcalis tan solo se obtuvieron en 0,23% (0,11% de Na_2O y 0,12% de K_2O), el porcentaje de sulfatos (SO_3) se encuentra dentro del límite máximo de 1,0% recomendado (RILEM, 1994) con 0,69%. El RILEM, que es un organismo bastante respetable por sus estudios en este campo, recomienda continuar con estos estudios para ampliar y profundizar en el conocimiento de estos materiales, los cuales por su naturaleza son de características muy diversas de región en región y es así como cada país deberá hacer esfuerzos enfocados al uso de los materiales reciclados atendiendo a su realidad y necesidades particulares. De ahí la importancia del presen-

Foto 5
Contenido de impurezas orgánicas



Cuadro 4
Características químicas de los agregados reciclados

Ensayo	UM	Cantidad
Dióxido de Silicio (SiO_2)	%	5,64
Oxido de Calcio (CaO)	%	46,91
Oxido de Magnesio (MgO)	%	1,19
Trióxido de Azufre (SO_3)	%	0,69
OXIDO DE SODIO (Na_2O)	%	0,11
Oxido de Potasio (K_2O)	%	0,12
Iones Cloruros (Cl)	%	0,035

te trabajo, que estudia los materiales resultantes del reciclaje de los residuos de una región específica de México, y atiende a su realidad tecnológica, cultural y económica al estudiar materia prima heterogénea y elementos que para otros países no r evisen mayor importancia. Se deberá continuar con los estudios encaminados a medir la durabi-

lidad y estabilidad de las pr opiedades de los concretos y cualquier otro elemento fabricado con estos agregados, y el análisis de costos correspondiente para determinar de manera más aproximada la factibilidad técnica-económica de su utilización.

Notas

1 Se calculó este volumen de residuos con el doble objetivo de simular su industrialización y continuar el proyecto con la construcción de un módulo de vivienda escala 1:1 de 3,50m x 4,0 m con el material obtenido.

Referencias bibliográficas

- ASTM C29/C29M-97 (2003) Standard Test Method for bulk density (unit weight) and voids in aggregate.
- ASTM C127-01. Standard Test Method for density, relative density (specific gravity), and absorption of coarse aggregate.
- ASTM C128-01e1. Standard Test Method for density, relative density (specific gravity), and absorption of fine aggregate.
- ASTM C33-03. Standard Specification for concrete aggregates.
- ASTM C131-03. Standard Test Method for resistance to degradation of small-size coarse aggregate by abrasion and impact in the Los Angeles machine.
- ASTM C136-01. Standard Test Method for sieve analysis of fine and coarse aggregates.
- ASTM C40-04. Standard Test Method for organic impurities in fine aggregates for concrete.
- ASTM D1544-98. Standard Test Method for color of transparent liquids (gardner color scale).
- Barra, M. (1997) «Dosagem de concretos com agregados reciclados: Aspectos particulares», en: *Reciclagem na construção civil, alternativa econômica para proteção ambiental*, ANAIS, 29 de abril de 1997. São Paulo, Brasil.
- Bossink, B. A. G. y Br ouwers, H. J. H. (1996) «Construction Waste: Quantification and Source Evaluation», *Journal of Construction Engineering and Management*, vol. 122, nº 1, pp. 55-60, New York.
- Buck, A.D. (1977) «Recycled Concrete as a Source of Aggregate», *Journal of the American Concrete Institute*, vol. 74, nº 5, pp. 212-219.
- Dal Molin, D. (2003) Durabilidad de Concretos Fabricados con Agregados Reciclados. VIIº Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción CONPAT 2003, ALCONPAT, septiembre de 2003. Yucatán, México.
- Dominguez, J. A. y Villanueva, V. (2000) «Caracterización de agregados producto de reciclaje de residuos de construcción y demolición», *Revista Avacient*, nº 27, año 10, pp. 11-22.
- Frondistou-Yannas, S.A. (1985) «Concreto reciclado como un nuevo agregado», *Revista IMCYC*, vol. 23, nº 175, pp. 53-70, México.
- Gómez, J. M. (1999) «Cualidades físicas y mecánicas de los agregados reciclados de concreto», *Revista Construcción y Tecnología del IMCYC*, vol. 15, nº 167, pp. 10-22.
- Kasai, Y. (1993) «Guidelines and the present state of the reuse of demolished concrete in Japan», en: Lauritzen, E. K. (ed.) *Demolition and reuse of concrete and masonry, guidelines for demolition and reuse of concrete and masonry*.
- Malhotra, V. M. (1976) «Use of Recycled Concrete as a new Aggregate», Report 76-18, Canadian Center of Mineral and Energy Technology. Ottawa, Canada.
- Molina, J. M. (1997) «Recuperación de materiales de construcción», *Boletín CF+S Especial sobre Residuos*: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n2/lista.html>.
- Namakforoosh, N. M. (1993) *Metodología de la investigación*. Ed. Limusa, México.
- Neville, A. M. (1988) *Tecnología del concreto*, Tomo I. Ed. Limusa, México.
- Nixon, P. J. (1979) «Reciclaje de Concreto», *Revista IMCYC*, vol. 17, nº 102, pp. 35-44. México.
- Parra, A., "Estado del Arte del Reciclaje de los Residuos de Construcción y Demolición en España", Ponencia presentada en la *V Conferencia Científico-Técnica de la Construcción*, en La Habana, Cuba del 1 al 3 de abril de 2002.
- RILEM (1994) RILEM Recommendation 121-DRG Guidance for Demolition and reuse of Concrete and Masonry. Specifications for concrete with Recycled Aggregates. *Materials and Structures*, nº 27, pp. 557-559.



Fue creado en diciembre de 1978, teniendo su origen en la experiencia de más de diez años del Centro de Investigaciones Urbanas y Regionales - CIUR. Desde su creación como Instituto, su directriz fundamental ha sido *la búsqueda de la armonía del hombre con el espacio y con el territorio.*

El IFAD es un ente especializado en la investigación, en el campo del diseño y construcción de edificios, del análisis y planificación de ciudades, del análisis y acondicionamiento del ambiente. En estos campos de investigación, el IFAD busca especializarse sobre los sistemas de relación del hombre con el espacio desde el nivel micro-ambiental (hombre y recinto arquitectónico) hasta el nivel macro-ambiental (hombre y territorio).

El IFAD asume la misión de ser una organización académica de vanguardia y proyección a nivel mundial, con pertinencia en los procesos de transformación y desarrollo del hábitat humano en el ámbito nacional, con alta rentabilidad económica y social independiente de la localización física de sus integrantes.

La experiencia del IFAD se expresa a través de su producción científica: proyectos de investigación ejecutados y en ejecución; artículos y monografías científicas; así como, de los servicios de asesorías, realización de estudios y proyectos para otros organismos (extensión). Además el IFAD, colabora en la función docente de las escuelas de Arquitectura y Diseño Gráfico de LUZ; organiza o colabora en eventos científicos; edita o coedita publicaciones científicas; y mantiene relaciones con organismos de diversa índole.

El objetivo principal de IFAD es la generación de nuevos conocimientos; para fomentar un adecuado desarrollo de nuestra sociedad en el área de la Arquitectura y el Urbanismo; considerando también su aplicación en la docencia.

S
O
V
I
t
e
j
b
O

Áreas Prioritarias de Investigación

Sistemas Urbanos-Regionales

Estudiar lo concerniente a las políticas urbanas aplicadas y la formulación de planes y proyectos urbanos y de territoriales.

Sistemas de Acondicionamiento Ambiental

Generar técnicas y métodos que permitan el mejoramiento de la calidad ambiental del espacio construido, desde la escala urbana hasta el edificio y recinto.

Propiciar una arquitectura más confortable e identificada con nuestro medio, así como la optimización de los recursos energéticos.

Sistemas Constructivos

Estudiar el sistema actual de producción del hábitat urbano, de manera integral y multidisciplinaria, considerando el desarrollo general del sector inmobiliario y de la construcción, sea este formal o informal.

Sistemas de Información para la construcción y el desarrollo urbano

Desarrollar metodologías que contribuyan a la automatización de procesos de trabajo y sistemas de información dentro del campo de la arquitectura y el urbanismo.

recursos tecnológicos

Cubículos, talleres, salones de clases, usos múltiples y reuniones
Unidad de clima y arquitectura
Estación Meteorológica Urbana
Patio de Experimentación Ambiental
Unidad de Geomática Urbana
Servicios Telemáticos
Unidad de Hipermedios
Unidad de Documentación e Información



Arquitectura y medio ambiente Acondicionamiento natural de viviendas

María Eugenia Porras

Universidad Nacional Experimental del Táchira - UNET

Resumen

El trabajo expone brevemente los principios de acondicionamiento natural de viviendas, específicamente en climas fríos, bajo el concepto de Arquitectura Bioclimática para lo cual se aborda el tema del clima y su influencia en el diseño arquitectónico y el equilibrio térmico en las edificaciones. En este marco se analiza la respuesta al clima de viviendas pertenecientes a la Arquitectura tradicional en la zona de alta montaña en los Andes venezolanos, para luego determinar las prioridades a afrontar y los mecanismos a utilizar en el diseño de viviendas en un clima frío.

Abstract

Based on the 'Bioclimatic Architecture', this work deals with the principles of natural conditioning of housing, specifically in temperate climates; the topic of climate is analyzed, and also its influence in architectural design and thermal balance inside buildings. Within this frame of study we elaborate about how traditional houses response to climate in the Venezuelan Andes; with the help of that, the priorities and mechanisms to be implemented in the designing of housing for temperate climate can be therefore established.

Hablar de Acondicionamiento natural, Arquitectura pasiva o Arquitectura bioclimática en las últimas décadas ya no resulta un ejercicio inusual sólo al alcance de algunos expertos; innumerables congresos, conferencias, cursos, publicaciones y manuales sobre este tema son trabajados en diferentes ámbitos: profesional, académico, experimental y constructivo. Este creciente desarrollo en el tema no es improvisado ni casual, sino el resultado de muchos años de investigación y aplicaciones prácticas, principalmente en países donde se dan climas extremos o las cuatro estaciones (Celis, 2000).

En los últimos años, los temas de acondicionamiento natural y aprovechamiento de las energías renovables han despertado un creciente interés en los países tropicales, junto a un sentimiento reflexivo por la conservación del ambiente, en virtud del costo ecológico que para el planeta han representado los adelantos tecnológicos del siglo XX.

La posibilidad de utilizar energías renovables como la solar y eólica en el campo de la arquitectura y la construcción, con su consecuente ahorro energético, es uno de los factores a estudiar en conceptos como arquitectura pasiva y arquitectura bioclimática, entre otros, en los cuales —en un sentido más amplio— se considera la integración e interacción de las edificaciones con el medio ambiente, sin descuidar los factores de orden estético, funcional y tecnológico. El conocimiento que supone el manejo de todas las variables que intervienen en un proyecto bioclimático requiere de una formación previa y, de acuerdo a su magnitud, de un trabajo en equipo por parte de los profesionales. El arquitecto debe estar preparado para afrontar los temas que un proyecto de esta naturaleza implica: confort térmico; transferencia térmica; materiales con capacidad térmica; estrategias bioclimáticas ambientales, constructivas, arquitectónicas; conocimiento del clima, etc., por lo que se hace necesario que su formación universitaria incluya este conocimiento que luego podrá actualizar y profundizar durante su ejercicio profesional.

Descriptor:

Acondicionamiento natural de viviendas; Arquitectura bioclimática; Vivienda y confort térmico

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 20-I, 2004, pp. 31-38.
Recibido el 15/05/04 - Aceptado el 11/11/04

En el presente trabajo se tratan los conceptos y principios básicos necesarios para la ejecución de un proyecto bioclimático, específicamente para climas fríos, que en Venezuela corresponde al denominado «Clima Tropical de Altura», presente principalmente en la región de los Andes.

La interpretación y contextualización para el caso venezolano de la información bibliográfica obtenida, considerando que un porcentaje importante de bibliografía sobre el tema es extranjera, aunado a la observación realizada en campo de la arquitectura autóctona y de los mecanismos empleados por sus hacedores para adaptarse al clima, han permitido determinar las prioridades de diseño para las viviendas a ubicar en el clima frío y obtener confort térmico en sus espacios internos. Se pretende con el presente trabajo mostrar esas prioridades de diseño a considerar en el acondicionamiento natural de viviendas en el clima frío y exhortar a los profesionales y estudiantes de arquitectura a retomar aquella reflexión profunda presente en las respuestas vernáculas o tradicionales.

Clima y diseño arquitectónico

La relación entre el clima y el hombre ha sido tema de estudio de diversas disciplinas y ciencias, entre ellas la arquitectura, en esta última con el objetivo de satisfacer una de las grandes necesidades del hombre como es la creación de un refugio que le permita defenderse de climas hostiles. El clima puede definirse como el conjunto de condiciones meteorológicas que caracterizan un lugar determinado, definido por factores y elementos. Factores como la latitud, el relieve, la vegetación y la cercanía al mar, que determinan una condición atmosférica permanente durante largos períodos, mientras que el estado atmosférico o tiempo meteorológico, en un momento y lugar determinados, es un estado pasajero que puede cambiar constantemente y que está dado por los valores de radiación solar, temperatura, viento, humedad y precipitación que conforman los elementos del clima (microclima) (cf. Cárdenas, Carpio y Escamilla, 2000). Para el arquitecto tienen más importancia los elementos que los factores climáticos, mientras que en planificación urbana tiene mayor importancia el estudio de los factores, ya que estos pueden verse modificados por tal acción.

Entender el comportamiento de los factores y elementos del clima puede resultar un tema complejo para los arquitectos pero es importante conocer su origen y actuación, aunque sea de manera general, para analizar su incidencia sobre el hecho arquitectónico. Por ejemplo, es importante conocer que la radiación solar está compuesta por un espectro que va desde la longitud de onda

ultravioleta hasta la infrarroja, pasando por la radiación de tipo visible. La ultravioleta es absorbida en su mayor parte por la capa de ozono, el vapor de agua, el dióxido de carbono y otros elementos disueltos; lo que significa que entre la capa de ozono y el vapor de agua tienen aproximadamente un 15% de la energía que llega a la atmósfera. Este tipo de radiación es eliminada, y transformada en fotones de menor energía y mayor longitud de onda evitando en el hombre daños en la piel y en los ojos. Las radiaciones correspondientes a la banda visible corresponden aproximadamente a 50% de las radiaciones que llegan a la tierra (Brinkworth, 1981).

La interacción de la radiación solar con la atmósfera terrestre origina una reducción y una modificación de su distribución dadas en gran medida por las condiciones atmosféricas: porcentaje de cielo abierto por las nubes, niebla, calimas a ras de tierra, contaminación atmosférica, sombra del arbolado y otras como la altitud y longitud del lugar. Esto hace que la energía del sol pueda darse de dos maneras principales: directa y difusa o reflejada. La radiación directa es la que proviene directamente del disco solar, mientras que la difusa proviene de la atmósfera (esfera celeste) y las nubes por difusión y reflexión.

La unidad de medida de la radiación solar se determina generalmente en vatios o calorías con respecto a un día, una hora, o un instante. Estos datos deben considerarse cuando se realiza el *análisis de sitio* o *análisis ambiental* del lugar donde se va a implantar una edificación; de igual manera se deberá tomar nota de los factores ya mencionados que influyen en la mayor o menor incidencia solar: topografía, altitud, arbolado, condición atmosférica recurrente, etc.

Otro elemento de gran importancia a considerar en el acondicionamiento natural de edificaciones es el viento. El viento es un tipo de energía solar, pues la acción del sol y el movimiento de rotación de la tierra dan origen al viento en la tierra. El viento es aire en movimiento, originado por las diferencias de presión y temperatura producto del calentamiento no uniforme de la superficie terrestre ya que mientras el sol calienta el aire, el agua y la tierra de un lado del planeta, el otro lado se enfría debido a la radiación nocturna hacia el espacio (García, 1995).

Durante el día el calentamiento también es desigual ya que en las regiones ecuatoriales la superficie terrestre recibe mayor energía solar que en las regiones polares por lo que en la atmósfera se generan movimientos de aire compensatorios que tienden a reducir la diferencia horizontal de temperatura (diversas latitudes).

Las principales características del viento son: dirección, velocidad, frecuencia, turbulencia. Las tres primeras usualmente son medidas y expresadas cuantitativamente,

mientras que la turbulencia se expresa en términos cualitativos, se da generalmente por fricción (rugosidad de la superficie terrestre) y por el calentamiento superficial y grado de inestabilidad atmosférica (cambios de temperatura durante el día); a la primera se le denomina turbulencia mecánica y a la segunda turbulencia térmica. De las otras características citadas, la velocidad es la más significativa para el diseño de edificaciones ya que es uno de los elementos que ayuda a modificar la sensación de calor; en la velocidad y la dirección del viento también influye la rugosidad de la superficie (edificaciones, mobiliario urbano, áreas de vegetación, tránsito vehicular, etc.).

En los lugares suburbanos o rurales el viento alcanza mayor velocidad por tener superficies menos rugosas; en esos casos hay que considerar el comportamiento de los vientos locales en los cuales tiene gran influencia el relieve dependiendo de si el lugar está dispuesto en un valle, colina, pie de monte, entre otros.

Otros elementos del clima a analizar son la temperatura y la humedad. En términos generales se considera que la temperatura es una medida del grado de calor de un medio, cualquiera que éste sea. Para el hombre y su necesidad de confort térmico tiene particular importancia la temperatura del aire que suele modificarse durante el día por las variaciones de la radiación solar a diferentes horas, hecho que requiere del seguimiento y la medición de temperaturas media, mínima y máxima diaria, mensual o anual.

Además de la radiación solar hay otros factores que pueden alterar la temperatura del aire como son la altitud, la latitud, la distancia al mar y la vegetación. En climas tropicales como es el de Venezuela, con intensa radiación solar durante todo el año, la altitud es el factor de mayor influencia en la disminución de la temperatura. Algunos autores determinan disminuciones progresivas de temperatura de acuerdo al aumento de cota en el relieve, por ejemplo: disminución de $0,6^{\circ}\text{C}$ por cada 100 metros de altura que aumente el relieve (Cárdenas, Carpio y Escamilla, 2000) o de 1°C por cada 150 metros de altura (Araujo, s.f.). Esta relación temperatura/altitud puede denominarse Gradiente Térmico, fundamental en la clasificación por pisos térmicos de una determinada región y se representa en un mapa de Isotermas (puntos de igual temperatura) que constituye un herramienta valiosa para el proyectista en caso de no disponer de datos de una estación meteorológica.

En cuanto a la humedad, es la cantidad de agua que en forma de vapor contiene el aire; generalmente es un valor constante, aunque puede presentar oscilaciones diarias dependiendo de la variación de temperatura. Los máximos valores de humedad relativa se presentan cuan-

do los valores de temperatura del aire son más bajos (Araujo, op. cit.).

Estudiar la influencia del clima en la arquitectura puede resultar difícil debido a la complejidad de los diferentes climas. La combinación de los cuatro elementos: viento, sol, humedad y temperatura, de los cuales depende el clima, puede originar esa gran diversidad (Serra, 1999). Las edificaciones deben comportarse en ocasiones como barreras y en otras como filtros de algunos de esos elementos dependiendo de las ventajas o inconvenientes que puedan representar los mismos en el logro del confort térmico dentro de la edificación.

El objetivo de obtener la mejor adecuación entre la arquitectura, el clima y el usuario, incluyendo el esguardo del entorno, se maneja en conceptos como Arquitectura bioclimática, Arquitectura pasiva, Arquitectura autosuficiente y Arquitectura sustentable, entre otros; cada uno de ellos haciendo mayor énfasis en alguno de estos aspectos.

Equilibrio térmico en el hombre y en las edificaciones

La concepción de una vivienda climáticamente equilibrada depende de cuatro pasos fundamentales: primero la adecuación ambiental, elaborando un análisis de los elementos climáticos del lugar, con especial interés en los que producirán mayor impacto. Segundo, estudiar las necesidades biológicas del hombre: como medida de referencia fundamental en la arquitectura, se analizarán las incidencias del clima en términos fisiológicos. En tercer lugar se determinará la solución tecnológica adecuada para cada problema de confort climático, y en cuarto lugar, las soluciones anteriores deberán combinarse según su importancia en una unidad arquitectónica clima-biología-tecnología-arquitectura (Olgay, 1998).

Se han descrito de manera muy general los aspectos referentes al clima para ir comprendiendo su posible impacto en el hombre y en los espacios interiores de los objetos arquitectónicos que conforman su hábitat. A continuación se expondrá brevemente lo referente al confort o equilibrio térmico del hombre y de las edificaciones, para lo cual es fundamental comprender las formas de transferencia de la energía.

Confort térmico

El *confort térmico* es un concepto que involucra el metabolismo del cuerpo humano, los factores ambientales y las respuestas psicológicas y sensoriales del ser humano (Sosa, 1999). Otros lo definen como «un estado de satis-

facción frente al medio ambiente térmico» (Herdé y Gonzáles, 1997). Para que el individuo se encuentre en ese estado de bienestar se hace necesario alcanzar cierto equilibrio entre su temperatura corporal (36,7°C – 37°C) y la del medio que lo rodea. Igualmente se debe producir un ritmo entre la generación de calor y la pérdida de temperatura corporal.

El *confort térmico* depende, en términos generales, de los siguientes factores: el metabolismo (ganancia térmica), el aislamiento natural del individuo (tejido adiposo, grasa, vello, etc. que reducen las pérdidas de calor y varían de un individuo a otro), el vestido, elementos ambientales como temperatura y velocidad del aire, humedad relativa, y la temperatura de radiación (relacionada con el calor recibido por radiación de paredes, suelos, techos calentados por el sol o por la radiación solar directa).

Existe un rango relativamente amplio en el cual aproximadamente 80% de la población puede sentirse confortable desde el punto de vista térmico; en su conformación están involucrados los factores climáticos, los mecanismos de autorregulación del cuerpo humano y características del individuo como estado de salud, edad, sexo, situación psicológica o emocional, etc. Esa zona donde la variación del confort térmico es débil o minimizada se denomina «zona de confort térmico» y puede variar dependiendo de las características ambientales del lugar. Por ejemplo, en Estados Unidos un grupo de científicos combinaron los efectos de temperatura, humedad y movimiento del aire, tratando de establecer una medición psicológica de confort que denominaron «ET» (temperatura efectiva). Este grupo sitúa la humedad entre 30% y 70% y la temperatura entre 17,2°C y 21,7°C como valores promedio (Olgay, 1998).

Para comprender los procesos de transmisión térmica entre el hombre y el medio ambiente y, posteriormente, el intercambio térmico de la edificación, espacios internos y externos, es necesario conocer de manera general los modos de transferencia térmica entre diversos cuerpos o medios la cual se produce de cuatro maneras diferentes: conducción, convección, radiación y evaporación. Para que se presente una transmisión natural del calor es necesario que uno de los cuerpos contenga más calor y que este se desplace hacia otro cuerpo o lugar más frío. En muchas ocasiones estos modos de transmisión pueden darse simultáneamente, por tal razón deben ser comprendidos y utilizados de forma conveniente.

Se conoce por *conducción* la transferencia de energía calórica entre dos cuerpos que están en contacto directo (no hay desplazamiento de materia). Por *convección*, el calor se traslada de un lugar a otro a través de un fluido que puede ser gaseoso, como el aire, o líquido como el

agua. La *radiación* es un sistema de transmisión que no requiere de un medio específico. La energía radiante se transmite como ondas electromagnéticas que se desplazan linealmente por el espacio y los fluidos hasta ser absorbidas por un cuerpo sólido o reflejadas por una barrera radiante, como en el caso de láminas metálicas (aluminio). La *evaporación* consiste en el paso del estado líquido del agua al gaseoso por intercambio térmico, el cual puede suceder por convección o conducción.

Considerando estos modos de transferencia se puede establecer una ecuación en la cual se determina el equilibrio térmico para el hombre en función de ganancias y pérdidas de calor entre el hombre y el ambiente:

$$\text{Metabolismo} - \text{evaporación} + / - \text{convección} + / - \text{radiación} + / - \text{conducción} = 0$$

Las ganancias están determinadas por el *metabolismo* (producción de energía a través del consumo y digestión de alimentos), la *conducción* (contacto directo con cuerpos más calientes que la piel del individuo), la *convección* (debido al movimiento del aire, cuando este tiene mayor temperatura que la piel del individuo), y la *radiación* (energía radiante directa o indirecta del sol).

En cuanto a las pérdidas, pueden producirse por: *conducción* (contacto directo con cuerpos más fríos que la piel del individuo), *convección* (por el movimiento del aire si se encuentra a menor temperatura que la piel del individuo), *radiación* (radiación al ciclo nocturno y superficies adyacentes —paredes, pisos— más frías que el individuo), *evaporación* (a través de la respiración, transpiración imperceptible o perspiración, y de la sudoración; las dos últimas dependiendo del nivel de humedad en el aire) (Sosa, 1999). Si el resultado de la ecuación es mayor o menor que 0 (cero) se producirán los fenómenos fisiológicos de termorregulación del cuerpo humano.

Balance térmico

En cuanto al *balance térmico en las edificaciones* debe considerarse que éstas ganan y generan calor que deben intercambiar con el ambiente exterior. Uno de los factores que más afectan el confort térmico de los individuos es la temperatura de radiación, relacionada con la envolvente de la edificación que habitan.

Entre las principales ganancias de calor entre el ambiente interior y exterior se pueden citar: por efecto de la radiación solar la cual se transmite a través de conducción (cerramientos opacos); radiación directa (ventanas y aberturas), y por fuentes internas (lámparas, equipos, cuerpo humano).

En cuanto a las pérdidas se pueden producir por convección (entre el aire y la envoltura), por ventilación natural (intercambio de aire entre el exterior y el interior), por conducción (transmisión de calor a través de los cerramientos opacos desde el interior hacia el exterior), por radiación (desde los elementos de la envoltura hacia el exterior), por evaporación (desde las superficies mojadas).

Para determinar el balance o equilibrio térmico de las edificaciones también existe una ecuación:

Otras fuentes + / - radiación + conducción + / - convección - evaporación - ventilación = 0

Si la ecuación es igual a 0 (cero), existe equilibrio térmico. Las ganancias y las pérdidas son equivalentes si el resultado de la ecuación es mayor que cero, en cuyo caso la edificación se calienta, y si el resultado de la ecuación es menor que cero, la edificación se enfría (Sosa, 1998). Es posible lograr este equilibrio térmico dentro de las edificaciones sin tener que recurrir a sistemas mecanizados que ocasionan altos consumos de energía eléctrica; ejemplo de estas edificaciones lo conforman las viviendas bioclimatizadas construidas en las últimas décadas y sus antecesoras, las viviendas vernaculares o tradicionales propias de cada lugar.

La arquitectura tradicional y su respuesta al clima

La concepción y construcción de viviendas climatizadas en forma natural supone un problema complicado pues enfrentarse al control del clima de manera ordenada y sistemática para sintetizarlo en una respuesta arquitectónica puede requerir del estudio de diversas disciplinas científicas: definir el grado de bienestar requerido puede encontrar su respuesta en la biología, el estudio del clima en la meteorología, la solución racional y el estudio de materiales en la ingeniería (Olgay, 1998).

Sin embargo no siempre fue así, ya que a través de la historia y en todos los lugares del mundo se pueden encontrar excelentes respuestas arquitectónicas expresadas principalmente en viviendas basadas en un conocimiento intuitivo del clima local dado por la vivencia y la experiencia transmitida por generaciones, lo que permite, con gran ingenio, adaptarse al lugar en el cual se encuentran.

Para analizar muestras de esa arquitectura se escogió como universo de estudio los estados Táchira, Mérida y Trujillo, los cuales conforman la región de los Andes venezolanos y poseen en parte de su territorio características únicas en cuanto al tipo climático. Su accidentado relieve, propio de la Cordillera de los Andes, y las conside-

rables alturas presentes en gran número de páramos y picos, les hacen alcanzar temperaturas medias diurnas entre 0°C y 10°C propias de algunos de los tipos climáticos tropicales de altura, específicamente del tipo *Frío de Alta Montaña Tropical*. Otros tipos de *Climas Templados de Altura Tropical* generalmente tienen temperaturas promedio en rangos entre 10°C y 15°C y 10°C -20°C, los cuales varían de acuerdo a la altura del lugar (Cárdenas, Carpio y Escamilla, 2000).

Para determinar los mecanismos o las estrategias utilizadas en estas viviendas para controlar el clima se hizo un recorrido por las regiones montañosas (páramos) de los estados Táchira, Mérida y Trujillo, donde se pudo observar que los principales criterios utilizados para la adaptación al clima son: control del viento, captación de energía solar, calentamiento en los espacios internos; y para lograr cada uno de estos criterios se han empleado diversas estrategias:

— *Control del viento*: para lo cual utilizan la desviación del viento con cubiertas inclinadas; utilización de vanos (ventanas muy pequeñas y en número muy reducido); uso de la topografía como barrera de protección (principalmente de los vientos nocturnos que vienen de la montaña); uso de patios internos (zona de calma - baja presión, para ventilar) como se aprecia en la Figura 1; uso de la vegetación como barrera contra el viento; orientación de la fachada posterior (muros ciegos hacia los vientos dominantes).

— *Captación de la energía solar*: para calentar sus viviendas utilizan la exposición de muros al sol, lo cual se puede apreciar en la Figura 2; orientación de espacios principales al sol (las habitaciones generalmente al oeste NO, SO); captación del sol en muros internos a través del patio interior, corredores y patios exteriores recubiertos en piedra para captar calor, como se observa en la Figura 3; uso de muros de gran masa (tapia, bahareque, ladrillo) para almacenar calor.

— *Calentamiento de los espacios internos*: complementan el calentamiento de la vivienda con el uso de la estufa o cocina (ayuda a calentar los espacios anexos a ella, se mantiene prendida durante todo el día) como se observa en la Figura 4; los espacios internos (habitaciones) tienen muy poca ventilación, se usan ventanas muy pequeñas para no perder el calor; cimientos en piedra para evitar el frío y humedad del suelo; los accesos de los espacios interiores abren hacia otros de transición (corredores externos, corredores internos -patio).

Las zonas parameras tienen como característica climática principal las variaciones bruscas de temperatura entre el día y la noche, aunado a las brisas de montaña, los fuertes vientos, la humedad, en algunos casos el frío seco, y las escasas horas de insolación en algunos lugares debi-

do a alta nubosidad. Estas especiales circunstancias del medio han llevado al campesino andino, a través del tiempo, a conciliar respuestas arquitectónicas que le brindan confort térmico sin recurrir a procedimientos costosos asociados a materiales, equipos o consumo energético. Con el uso de los recursos que le brinda el lugar: madera, piedra, tierra cruda, junto a un manejo acertado de las condiciones del clima: control del viento y aprovechamiento de la energía solar; sumado a planteamientos sencillos pero sabios en el aspecto de diseño, espacial-volumétrico, orientación de espacios, etc.; el poblador de las tierras altas venezolanas ha logrado construir su hábitat, sin conocimientos tecnológicos profundos pero sí con el conocimiento del medio que habita. El arquitecto Gerardo Luengo en su publicación *Arquitectura tradicional del Alto Páramo venezolano* (Luengo, 1993), señala que la bioclimatización de la vivienda campesina alto andina (páramos del estado Mérida) se logra mediante la utilización de diferentes recursos, los cuales se resumen en los esquemas de las figuras 5 y 6.

Cómo afrontar el acondicionamiento natural de viviendas en un clima frío

El acondicionamiento natural de viviendas dependerá del aprovechamiento y control de los elementos del clima, en función de si representan una ventaja o un inconveniente para el confort térmico deseado.

Para lograr este acondicionamiento se utilizan mecanismos o estrategias pasivas o activas, según los recursos empleados y las necesidades de climatización. Para el «clima frío», dentro del rango del clima Tropical de Altura (altitudes mayores a 1.000 msnm) donde la radiación solar llega en forma casi perpendicular durante todo el año y las bajas temperaturas son consecuencia, principalmente, de la altitud y el salto térmico día-noche, se han estimado en este estudio dos prioridades basadas en la interpretación del material bibliográfico consultado y lo observado en la arquitectura propia del lugar. Estas prioridades son:

- Captar el sol y mantener el calor.
- Proteger del viento frío.

Figura 1
Control del viento. Uso de la topografía como barrera de protección



Figura 4
Calentamiento de espacios internos. Uso de la estufa o cocina



Figura 2
Captación de la energía solar. Exposición de muros al sol, generalmente los correspondientes a las habitaciones

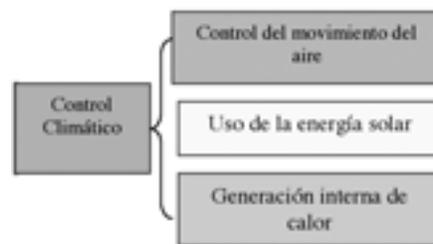


Figura 5
Control del clima en las viviendas alto andina

Figura 3
Captación de la energía solar. Corredores y patios externos recubiertos con piedra para captar calor.



Figura 6
Uso de energía solar en las viviendas alto andinas

Los mecanismos o estrategias que a continuación se presentan pueden ser pasivas o activas, entendiendo las primeras como aquellos recursos de acondicionamiento que se fundamentan en el control de las variables climáticas mediante el uso racional de las formas y de los materiales de construcción, aunados a la ubicación más ventajosa en el terreno en función de la incidencia de vientos, soleamiento, presencia de vegetación, relieve, etc. Las segundas incorporan adelantos tecnológicos que contribuyan al logro del confort térmico deseado, por ejemplo: el uso de células para captar energía solar.

El primer grupo de estrategias estarán referidas a la prioridad: *Captar el sol y mantener el calor*. La ganancia solar a la cual se hace referencia puede consistir en una ganancia directa, indirecta o separada, correspondiendo las dos primeras a las estrategias pasivas y la tercera a las activas, por requerir el apoyo de la tecnología. Las figuras 7, 8 y 9 ilustran esos tres tipos de ganancia solar.

Las estrategias bioclimáticas se han agrupado en tres tipos: ambientales, arquitectónicas y técnico-constructivas, de las cuales sólo se enunciarán las fundamentales. Para el primer grupo, por ejemplo, tiene gran

importancia la orientación de la edificación, con el objetivo de captar la radiación solar; para ello deben orientarse al este y oeste las fachadas más largas, muros, cubiertas, patios, superficies acristaladas, etc. El equilibrio entre superficies expuestas y no expuestas dependerá de la necesidad de calentar los espacios internos.

Para el tipo de estrategias arquitectónicas tienen particular importancia: zonificar y orientar los espacios de la vivienda de acuerdo a los usos y necesidades térmicas; ubicar en las zonas menos climatizadas los espacios menos importantes, «espacios tapón» (baños, depósitos, garajes); crear un microclima interno en la vivienda (un patio interno aumenta internamente las superficies expuestas al sol); situar fuentes de calor en el centro de la vivienda (cocina, chimenea, etc.).

En el aspecto técnico-constructivo: utilizar materiales de construcción dotados de gran masa térmica (piedra, ladrillo, adobe, tapia); el uso de contraventanas de madera, después del vidrio, evita la pérdida de calor a través del mismo durante la noche; uso de estrategias activas con la utilización de acumuladores o trampas de calor (muros acumuladores y muros trombe), como se observa en la figura 10.

Figura 7
Ganancia Térmica Directa.

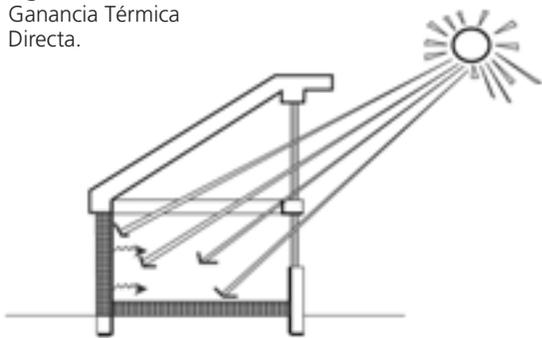


Figura 9
Ganancia Térmica Separada.

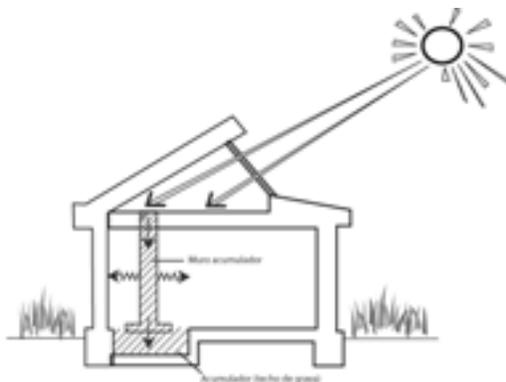


Figura 8
Ganancia Indirecta (Techo Acumulador).

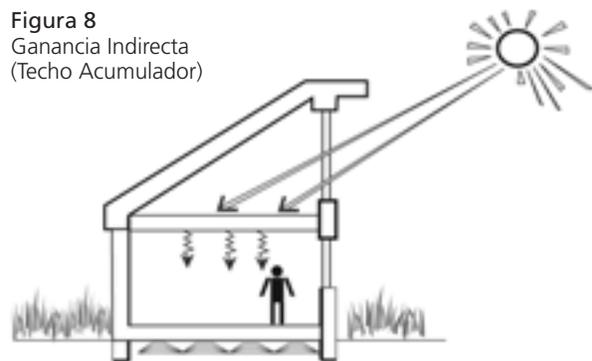
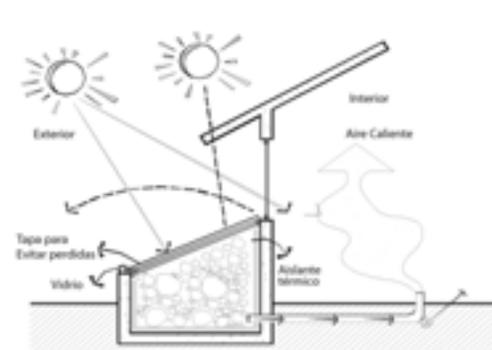


Figura 10
Trampas o Acumuladores de calor.



Para la prioridad: *Proteger del viento frío*, las estrategias de tipo ambiental se fundamentan principalmente en el uso del terreno y la vegetación como barreras contra el viento. Las estrategias arquitectónicas para esta prioridad pueden resumirse en las siguientes: evitar emplazamientos y formas de la envolvente muy expuestas; ubicar los espacios secundarios en las fachadas más expuestas; proteger los accesos con muros y cubiertas; usar barreras corta vientos o pantallas protectoras; reducir el número de accesos y ventanas expuestas al viento. En el tipo técnico-constructivo, es importante seleccionar materiales aislantes para controlar las pérdidas de calor a través de la envoltura de la vivienda.

Los mecanismos o estrategias descritas son sólo algunas entre la gran variedad de recursos que se pueden utilizar en el acondicionamiento natural de viviendas sin recurrir a equipos mecánicos y su consecuente gasto de energía.

Conclusión

A finales del siglo XX, frente a la idea del uso de la energía como un recurso inagotable surge una cada vez más importante conciencia medioambiental y el firme

convencimiento de que es necesario minimizar los impactos de la energía sobre este medio, ya que el planeta se encuentra en un momento decisivo para establecer nuevas condiciones de equidad entre ecología y desarrollo.

Bajo este esquema de equidad y considerando que la arquitectura —al hacer planteamientos que permitan una mayor interrelación con el medio ambiente— puede colaborar en un porcentaje importante a la disminución del gasto energético, se plantean conceptos como los de Arquitectura bioclimática, Arquitectura pasiva, y Arquitectura sostenible, entre otros.

El arquitecto de hoy tiene un gran reto que cumplir y para lograrlo requiere de una formación integral, además de satisfacer las demandas del hombre en cuanto a habitabilidad y disponibilidad de espacios adecuados para el desempeño de sus actividades, confort térmico, visual y psicológico; así como de planteamientos contextuales y medioambientales que permitan aminorar su impacto sobre el medio por que, en síntesis, se requiere de una arquitectura que pueda enriquecer el paisaje, que permita el uso de la tecnología apropiada y que, en términos generales, haga posible esa equidad entre ecología y desarrollo ya experimentada en tiempos pasados y que debe ayudar a garantizar un futuro mejor.

Referencias bibliográficas

- Araujo, Emigdio (s.f.) Clima y arquitectura. Recomendaciones de diseño. Trabajo de Ascenso. Facultad de Arquitectura de la ULA. Mérida-Venezuela.
- Cárdenas, A; Carpio, R. y Escamilla, F (2000) Geografía de Venezuela. Fondo Editorial UPEL, 2da edición, Caracas.
- Celis D'Amico, Flavio (2000) Arquitectura Bioclimática, Conceptos Básicos y Panorama Actual. Seminario de Arquitectura Integrada a su Medio Ambiente, Universidad Politécnica de Madrid, España.
- García, José R. y Fuentes, V. (1995) Viento y arquitectura. El Viento como factor de Diseño Arquitectónico. Editorial Trillas, 2ª edición, México.
- Luengo, Gerardo (1993) Arquitectura tradicional del Alto Páramo venezolano. Una respuesta ambiental., Consejo de Publicaciones de la Universidad de Los Andes. Mérida, Venezuela.
- Olgay, Víctor (1998) Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas. Editorial Gustavo Gili, S.A., Barcelona, España.
- Serra, Rafael (1999) Arquitectura y clima. Editorial Gustavo Gili, Publicaciones SENA. Barcelona, España.
- Sosa G., María Eugenia (1999) Ventilación natural, efectiva y cuantificable. Confort Térmico en Climas Cálidos Húmedos. Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico, UCV. Caracas.

Cerramientos con madera, de junta seca, para viviendas progresivas

Antonio Conti
IDEC / FAU / UCV

Resumen

El estudio se inscribe en el área de desarrollo tecnológico del IDEC y forma parte de las investigaciones de la línea *madera*. La propuesta tiene como finalidad la fabricación masiva de cerramientos de madera, tanto industrialmente como a pequeña escala, compatible y apropiable por el aparato productivo del sector construcción venezolano.

También se propone la construcción progresiva de paredes internas y externas de las viviendas y cambios en los acabados durante la vida útil de los tabiques para satisfacer exigencias propias de la construcción de viviendas progresivas, en sus dos aspectos: por agregación de componentes y por consolidación y mejoras sucesivas de los cerramientos, con cero desperdicios. Los cerramientos se construyen con elementos de madera aserrada de las plantaciones de Pino Caribe de Uverito y con productos industriales aglomerados y laminados, derivados de esa madera, preservando así las reservas forestales de nuestros bosques naturales. Los componentes se fabrican con herramientas y equipo sencillo, común a cualquier carpintería pequeña, y el montaje se realiza manualmente, con poleas, sin equipo mecanizado como grúas o montacargas.

Abstract

This study is related to the IDEC technological development area and belongs to the investigations in the wood item. We propose the massive manufacture of wood partition on both small and industrial scale, so it can be compatible with the primary and secondary production systems within the Venezuelan construction sector.

In order to satisfy the typical demands in houses of progressive construction, we propose the making of external and internal walls and also the changes to the finishing during the useful life of partitions, by aggregation of components or by the improvement of partitions with no wasted material.

These partitions are manufactured with sawed wood from the plantation of Pino Caribe de Uverito, and also with laminated industrial products coming from that wood; this preserves our forest natural reserves. The components are fabricated with simple tools and equipment, similar to that one of a small carpentry; the assembly is manually made with the help of pulleys, mechanical gear such as cranes or hoists are not needed.

Producción y transferencia de conocimientos

En países como Venezuela la producción de conocimientos se ha localizado —y se seguirá localizando— en la academia (Gibbons, 1998) y de ello no ha escapado la producción de conocimiento y de innovaciones en el sector productivo de la industria de la construcción que, en su mayoría, se ha generado en las universidades, específicamente en sus centros de investigación y desarrollo (I+D). La siguiente tarea de esos centros es que ese conocimiento se traspase y sea apropiado socialmente.

La transferencia de los resultados de las investigaciones de los centros de I+D es, a nuestro entender, la razón de ser de la producción de conocimientos. Para las actividades de investigación y desarrollo asumir el compromiso de la apropiación de sus propuestas por la sociedad es una obligación ya que, como lo cataloga inexorablemente en sus clases el profesor Alfredo Cilento (Cilento, 2003), «resultado que no se difunde, ¡no existe!».

Para enfatizar la importancia que para nosotros tiene la transferencia de los resultados de las investigaciones, en más de una oportunidad hemos afirmado —exagerando— que se puede dejar de producir mas no de traspasar. Con ironía provocadora agregamos que si no se producen propuestas siempre se pueden promocionar las de los demás pero si no se transfiere, no se traspasa ni lo propio ni lo ajeno.

Descriptores:

Cerramientos de madera; Tabiques y paredes internas; Construcción progresiva.

TECNOLOGÍA Y CONSTRUCCIÓN. Vol. 20-I, 2004, pp. 39-50.
Recibido el 17/12/04 - Aceptado el 07/03/05

Para que los resultados de la academia se puedan traspasar y sean asimilables por el entorno, es menester que además de partir del estudio y la resolución de un problema o una problemática real y específica, los descubrimientos, los inventos y las mejoras sean factibles de ser asimilados para convertirse así en innovaciones. Dicho de otra manera y en forma muy resumida, las propuestas deben ser «traducidas» (Conti, 2004) adecuándolas a la cultura constructiva del contexto social al que están dirigidas las innovaciones y con el cual es indispensable identificarse.

Los cerramientos propuestos cumplen con ese requisito dadas la simplicidad del diseño así como la facilidad de ejecución y la participación directa de los usuarios en su elaboración. Estas características, aunadas a una divulgación y documentación apropiadas, creemos que solucionan en gran parte los obstáculos que usualmente se presentan para la transferencia de tecnologías en el caso de la industria venezolana de la construcción.

La madera: recurso renovable

No deja de preocupar la proyección del crecimiento poblacional mundial así como sus consecuencias y repercusiones en todos los niveles, más aún cuando en los últimos veinte años se ha duplicado la población (ONU, 2004). Más preocupante todavía resulta la ausencia de respuestas y acciones concretas ante el deterioro ambiental y la explotación indiscriminada de los recursos naturales —no sólo actual sino futura— al no asumir la humanidad cambios drásticos y fundamentales comenzando por admitir la técnica como parte del propio ser humano (Vallota, 2004). Con estimaciones apocalípticas y serios planteamientos, científicos y pensadores cuestionan la misma sobrevivencia humana para un futuro no tan lejano y menos ajeno de lo que muchos piensan.

A nuestra escala y vinculado al interés inmediato del estudio, es imperativo repetir una vez más la ventaja de la madera como uno de los pocos recursos naturales renovables a nuestro alcance y, junto con el bambú, casi las únicas materias primas naturales renovables para la producción de edificaciones.

La madera es material ancestral en las construcciones, confortable, cálido, fácil y amigable de procesar, al no requerir mayores recursos energéticos para su transformación. A estas cualidades se suma para nosotros el interés de preservar nuestros bosques naturales, para eso se propone fabricar los cerramientos con madera de las plantaciones de Pino Caribe que la Corporación Venezolana de Guayana, a través de Productos Forestales de Oriente C.

A. (CVG Proforca), ha venido desarrollando desde hace más de treinta años al sur del estado Monagas y alrededores. De hecho, para el año 2002 se contaba con 500 mil hectáreas de bosque sembrado, equivalente a más de 15 millones de metros cúbicos de madera aserrable, económica y disponible, a un costo equivalente a 30% del valor en el mercado actual de cualquier madera de bosques naturales (Molina, 1998).

Descripción, fabricación y montaje de los cerramientos

Relaciones geométricas

Uno de los aspectos más importantes para la fabricación en serie y facilidad de montaje de paneles prefabricados es la compatibilidad dimensional con los insumos y la materia prima, con la maquinaria, la capacidad humana para la manipulación y las dimensiones de la carga permitida de los vehículos para el transporte, por sólo mencionar algunas de las variables. Y ello favorece no sólo la producción, el montaje y los costos, sino en particular el cumplimiento de la premisa que promueve el IDEC y adopta este estudio: una construcción sustentable es la «producción con cero desperdicio» (Cilento, 2002), tanto en la fabricación como en la vida útil de los cerramientos que se verán sometidos a cambios, modificaciones y ampliaciones o disminuciones de acuerdo al criterio de progresividad asumido en el estudio.

En nuestro caso ha influido notablemente el hecho de considerar que los cerramientos de madera fuesen compatibles con la mampostería de bloques de cemento debido al predominio de la construcción con bloques que en otras oportunidades hemos señalado como característica de la «cultura constructiva venezolana», asumiendo así para la industria de la construcción la amplitud e importancia que el vocablo «cultura» representa para los estudios sociales.

De esta necesidad de concordancia con el bloque de cemento surge y se adopta el módulo base de diseño de 80 cm. x 80 cm. en sentido horizontal y verticalmente (figura 1).

Naturalmente, el estudio de las actividades juega un papel muy importante para la definición de las unidades constructivas básicas pero nos limitaremos sólo a algunos ejemplos (figuras 2.1, 2.2 y 2.3).

De aquí la posibilidad de que se originen volúmenes mediante unidades constructivas de 3,20 m. x 3,20 m. x 2,40 m. de altura, equivalentes, por ejemplo, al espacio para un dormitorio con cama matrimonial o a dos camas individuales y armarios, o sanitario+cocina+dormitorio, etc. (figuras 3.1 y 3.2).

No abundamos sobre la conveniencia de la modulación en base a 80 cm. para viviendas en vista de que su aceptación es harta conocida entre los diseñadores. Basta recordar los estudios importantes sobre normalización y coordinación modular de Diseño en avance del Banco Obrero (BO, 1965) y la incidencia del dormitorio en la definición dimensional en largo y ancho de las unidades constructivas básicas para viviendas —que usualmente varía entre 3 m. y 3,50 m. de largo y ancho—, y la conveniencia de ese rango para no forzar los componentes y planos horizontales estructurales —vigas, nervios y losas— en cuanto a los esfuerzos a flexo-compresión por las solicitudes de las cargas verticales.

Para los cerramientos propuestos, además de la madera, se ha adoptado como insumo básico el Chapaforte®, tablero resistente tipo HDF (*hardboard*), aglomerado de fibras de Pino Caribe. Sin embargo, no se descartan laminados como contrachapados y aglomerados de otros materiales como los de fibrocemento de 4 por 8 pies ($4' \times 8' = 122 \text{ cm.} \times 244 \text{ cm.}$). Estas dimensiones a primera vista parecerían muy disímiles y difícilmente compatibles con la retícula adoptada de 80 cm x 80 cm., sin embargo, es posible su adaptación a nuestra modulación. Forma parte del estudio geométrico y es nuestro modesto aporte a lo ya conocido y publicado.

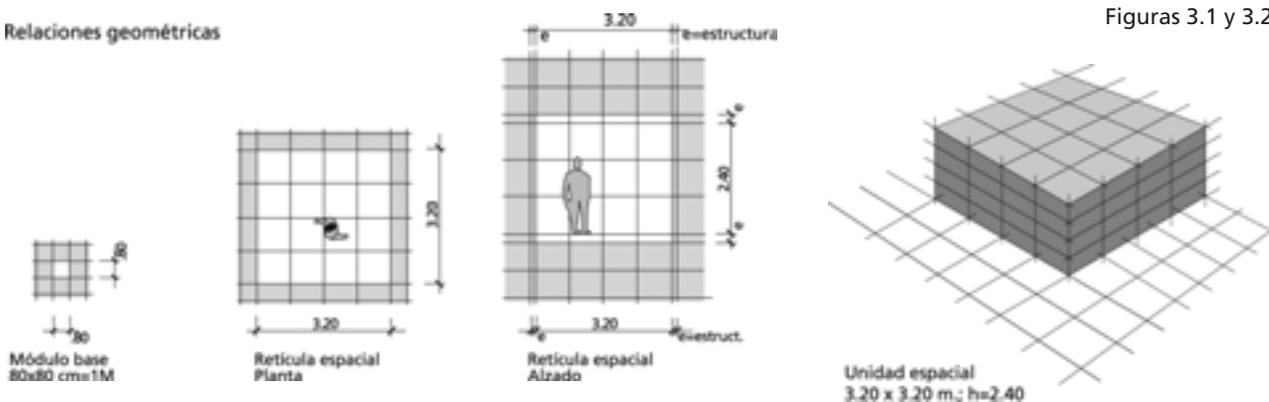


Figura 1



Figuras 2.1, 2.2 y 2.3

Relaciones geométricas



Figuras 3.1 y 3.2

De hecho, cortando esas láminas transversalmente en tres porciones, se obtienen piezas de 80 cm. x 120 cm. netos, contemplando las pérdidas por cortes —los 3 o 4 mm. que «come» la sierra—; piezas estas completamente compatibles con nuestra propuesta ya que dos piezas de 80 cm. x 120 cm. puestas una arriba de la otra, en el sentido de los 120 cm., conforman nuestro panel modulado de 80 cm. x 240 cm. (figura 4). Adicionalmente, las medidas de esas piezas son múltiplos de 20 cm. que admiten otras como 80 cm. x 60 cm., 80 cm. x 40 cm. y 80 cm. x 20 cm., permitiendo que las decisiones finales dependan de cuáles piezas sean coherentes dimensionalmente con la premisa de «mínimo» o «cero desperdicio».

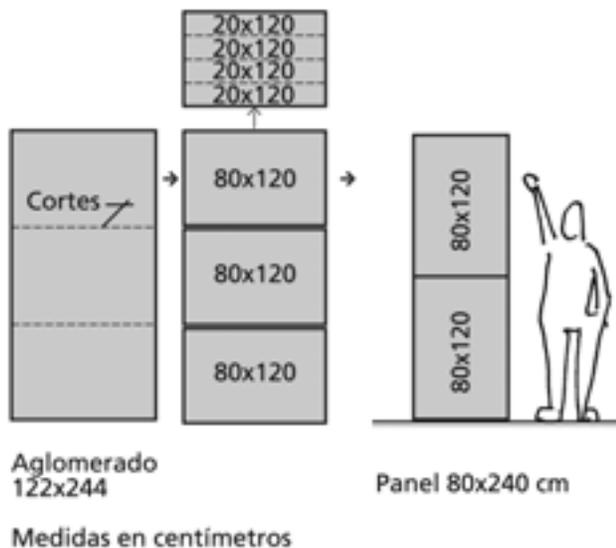
Especificaciones de los insumos

Como ha sido señalado, el insumo básico a utilizar en la fabricación de los cerramientos es madera de Pino Caribe. En la clasificación de la Junta del Acuerdo de

Cartagena (JUNAC, 1984) esta madera pertenece al grupo C que reúne las de menos densidad. Si bien para esta etapa del estudio no se propone la participación de los cerramientos para la función estructural (esto queda para una segunda etapa), a corto plazo nos parece pertinente, útil y demostrativo comparar las especificaciones de los distintos grupos utilizando maderas venezolanas (cuadro 1).

Como ya se ha mencionado la elección del Pino Caribe responde a la necesidad de desarrollar alternativas ante la cuantiosa disponibilidad que se tiene en las plantaciones de Uverito y alrededores, al sur del estado Monagas de Venezuela y al hecho de que si para el momento de la fabricación de los cerramientos no se consiguiera Pino, éste podría ser sustituido prácticamente con cualquier madera de nuestros bosques tropicales y subtropicales naturales —en su mayoría pertenecientes a los grupos estructurales A y B identificados en el cuadro 1—, cubriendo con creces las expectativas de calidad de nuestra propuesta.

Figura 4



Cuadro 1
Especificaciones técnicas, maderas venezolanas

Esfuerzos de diseño Kg/cm ²	Grupo estructural A: Algarrobo, Mora, Zapatero	Grupo estructural B: Apamate, Chupón, Pardillo	Grupo estructural C: Samán, Saqui-saqui, Pino Caribe
Flexión	210	150	100
Compresión paralela	145	110	80
Compresión perpendicular	40	28	15
Corte	15	12	8
Módulo de elasticidad Kg/cm ²	Grupo estructural A	Grupo estructural B	Grupo estructural C
E_promedio	130.000	100.000	90.000
E_mínimo	95.000	75.000	55.000

Fuente: Elaboración propia, 2004, a partir de Cuadro de especificaciones técnicas. JUNAC, 1984.

El otro insumo propuesto es Chapaforte®, producto industrial, aglomerado a partir de madera de Pino Caribe, elaborado por la Productora de pulpas Soledad, Propulso C. A. Las características resistentes y el comportamiento del Chapaforte® han sido suministradas por esa compañía (ver cuadro 2), de acuerdo con ensayos realizados en 2001 por el Instituto de Materiales y Modelos Estructurales-IMME de la UCV.

Dimensiones y especificaciones

Parte de los objetivos específicos han sido la flexibilidad y combinabilidad de los paneles.

La flexibilidad está referida y reflejada en la constitución de cada panel, mientras que sus posibilidades combinatorias dependen de la unión entre paneles.

Así, los componentes-paneles están compuestos por el marco base común y elementos de rellenos intercambiables (figura 5).

Las dimensiones definitivas y los detalles del marco base y los rellenos se resumen en la figura 6 y en algunas fotos de los modelos.

Básicamente los extremos de los paneles, conformados por los parales verticales con dos aristas biseladas, calzan unos con otros, complementando la unión listones tapajuntas en los casos en que no existe panel.

Los tapajuntas se atorillan apretándose entre sí, consolidando la unión y amarrando unos con otros los paneles. El conjunto así rigidizado es atornillado en la base y en la parte superior contra las losas de piso y techo, respectivamente.

Cuadro 2
Resistencia y comportamiento del Chapaforte®

A la flexión estática longitudinal, módulo de ruptura	467 Kg/cm ²
A la flexión estática longitudinal, módulo de elasticidad	68 Kg/cm ²
A la flexión estática transversal, módulo de ruptura	233 Kg/cm ²
A la flexión estática transversal, módulo de elasticidad	130 Kg/cm ²
Tracción paralela a la superficie, longitudinal	1.300 Kg/cm ²
Esfuerzo máximo, longitudinal	304 Kg/cm ²
Tracción paralela a la superficie, transversal	576 Kg/cm ²
Esfuerzo máximo, transversal	193 Kg/cm ²
Resistencia al impacto, hendidura	74 pulgadas

Fuente: Datos suministrados por Propulso C.A. (2001)

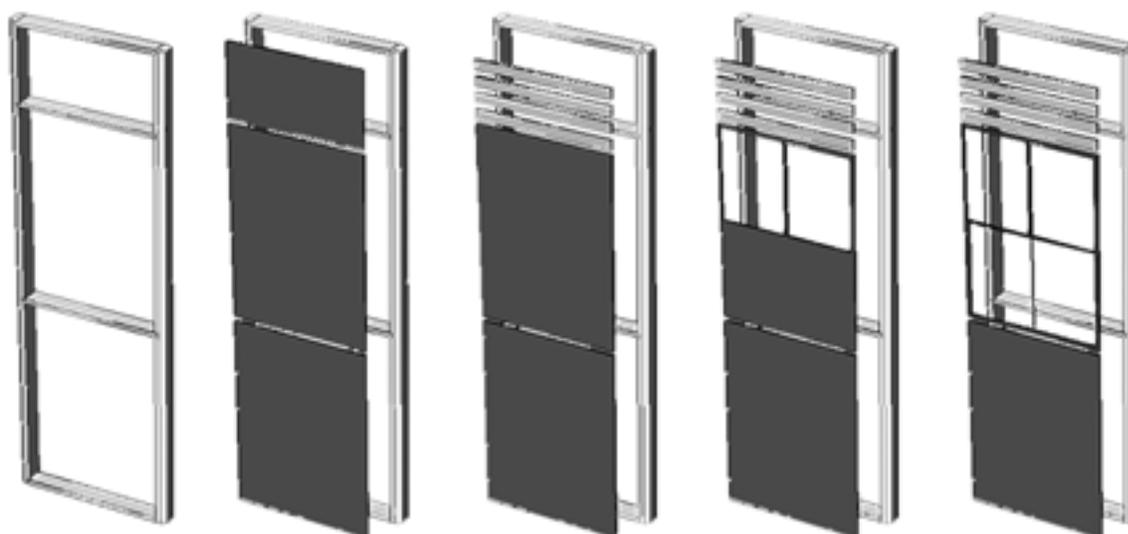


Figura 5

En los dibujos de las figuras 7.1 y 7.2 se puede observar en detalle la unión en seco entre dos paneles continuos y tres cruzando en T.

Debido a que se ha considerado que los cerramientos aquí propuestos son adosados a la construcción e independiente del sistema estructural y la modalidad constructiva, tienen la particularidad de ser compatibles con la mayoría de los sistemas más comunes del mercado. Es más, ya se ha dicho anteriormente que su flexibilidad abarca satisfacer construcciones existentes que requieran en su remodelación de cerramientos nuevos, fácilmente complementarios de los existentes. Es así como al topar los paneles contra paredes de bloques, machones y columnas de concreto o cualquier otro elemento constructivo, la unión vertical se realiza fijando a la superficie de llegada lo equivalente a la mitad de la unión entre paneles, como está reseñado en el dibujo 7.3.

Tipología

El estudio ha tipificado los cerramientos en función del confort de los habitantes y el desempeño eficiente de las actividades que los cerramientos cobijan. En nuestro ejemplo para viviendas en sitios calurosos se ubica claramente la función de ventilación cruzada y permanente en la parte superior del panel, así como las alternativas de iluminación, ventilación, vista o cerramiento ciego, en el centro y en la parte inferior (figura 8).

Sin restringir el buen funcionamiento de la edificación y la capacidad de respuesta adecuada de los cerramientos a los efectos de las funciones y el confort, se ha considerado la conveniencia de llevar a un mínimo el número de tipos de paneles y de los elementos que los conforman. De aquí se evidencia la conveniencia del criterio de construir los cerramientos partiendo de un marco-base, único, con subdivisiones y un conjunto de elementos complementarios para llenar los vanos creados en el marco.

Figura 6

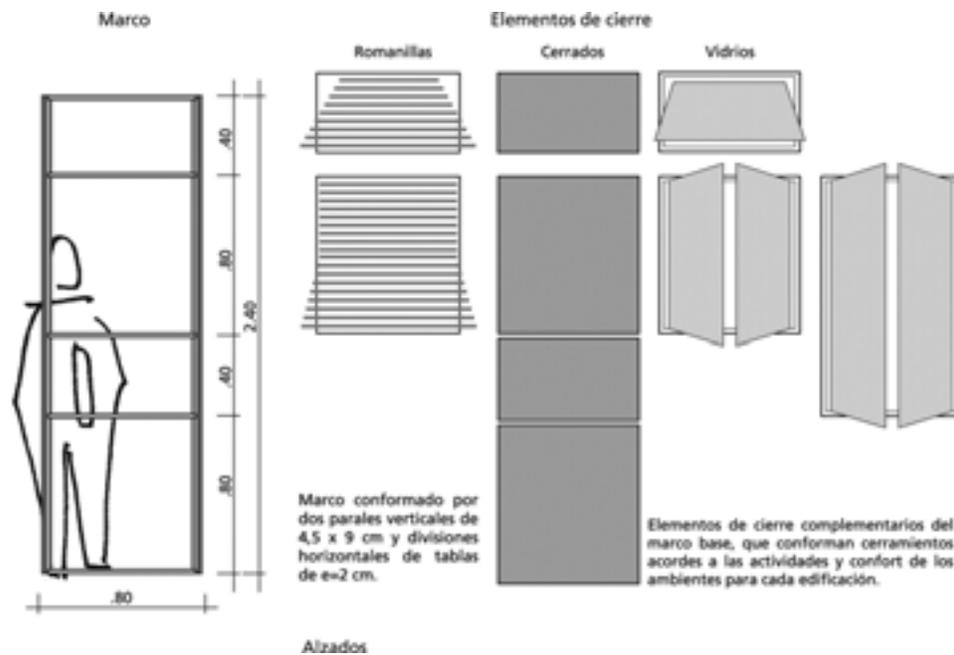
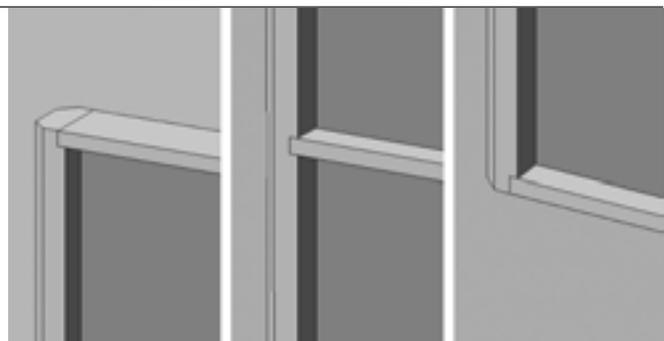


Figura 7.1



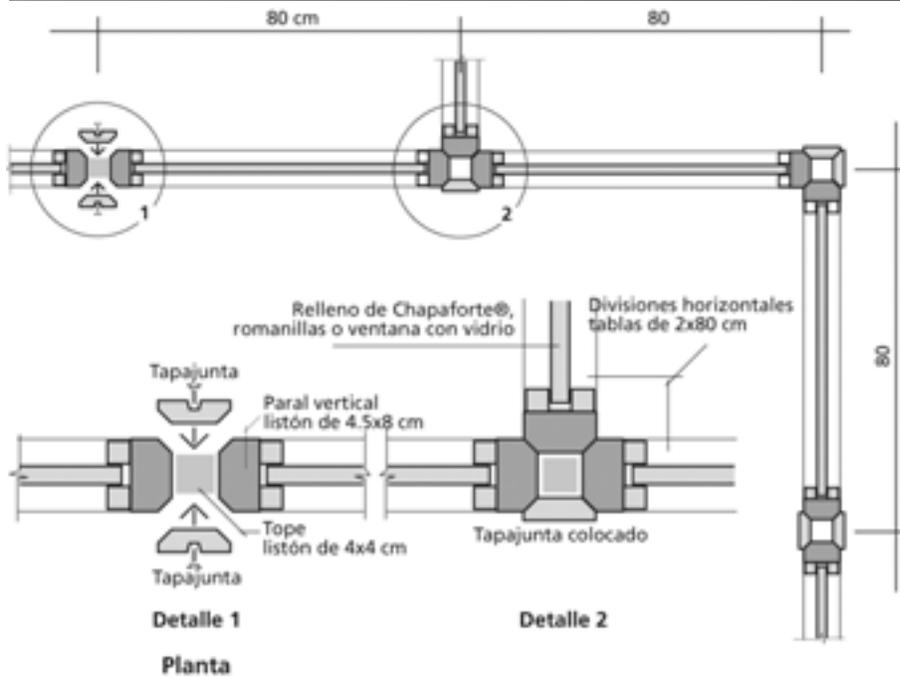


Figura 7.2

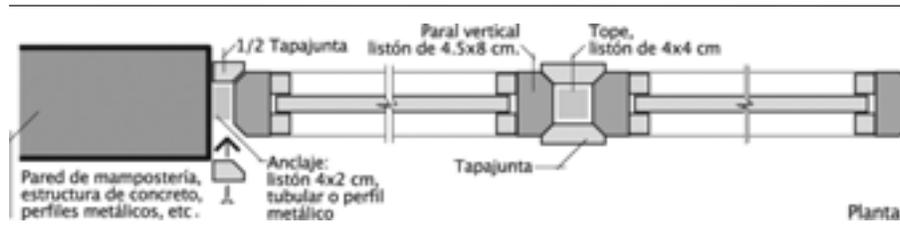


Figura 7.3

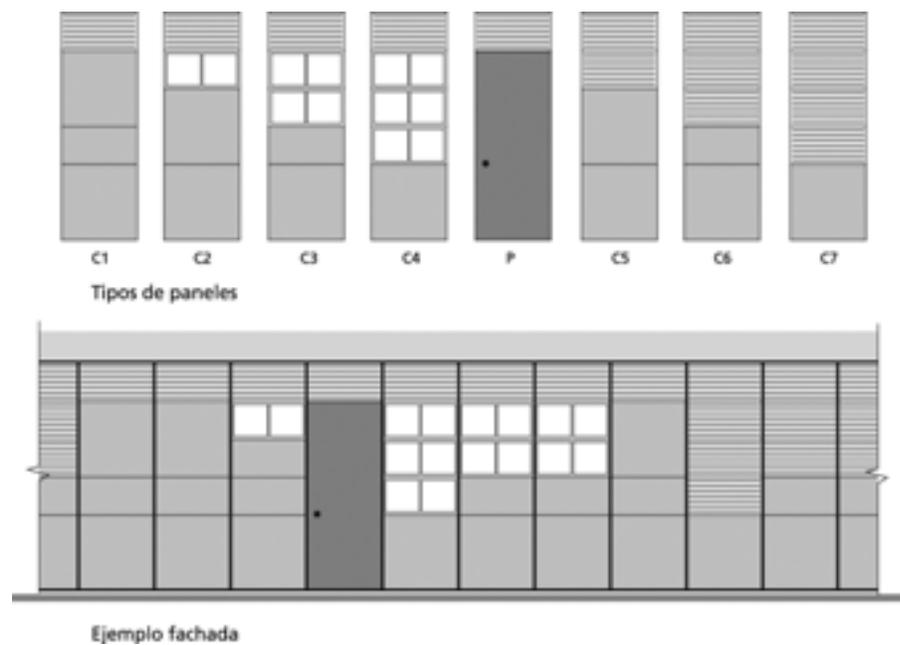


Figura 8

Queda entendido que estos elementos de cierre aquí propuestos son a manera de diseños iniciales, no límites sino indicativos, dejando abierta la posibilidad de enriquecer el conjunto con otros elementos como romañillas, barrotillos, ventanas cizallas, basculantes y persianas batientes. Es más, esta posibilidad de mejorar e incrementar enriqueciendo calidad y posibilidades de los cerramientos, es una de las fortalezas de la propuesta.

También se considera la posibilidad de que los cerramientos sean estructurales, portantes y solventes a los requerimientos sísmo-resistentes para un futuro inmediato de este estudio. Su comportamiento estructural no ha sido estudiado exhaustivamente para la fecha; básicamente falta la comprobación experimental, por lo cual no forma parte de la propuesta de esta primera etapa, sin embargo se prevé que los paneles —además de cerramientos— satisfagan los requerimientos resistentes para viviendas de hasta dos pisos. Para ello los laterales están encargados en un futuro de llevar la carga al suelo y tienen dimensiones mayores que los travesaños horizontales. En los dibujos resalta la importancia de las secciones que se conforman al unir cerramientos linealmente y cómo esas secciones aumentan en el caso de cruces de paneles en L, T o en el cruce de cuatro paredes y la corresponden-

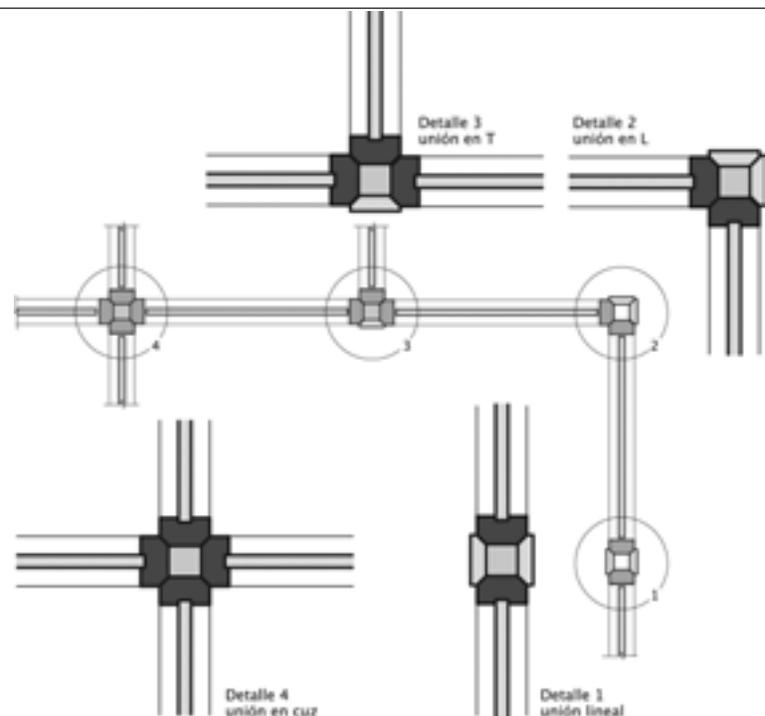
cia de las áreas tributarias de las porciones de losas que les corresponden (figura 9).

Igualmente en una segunda etapa de este estudio, para el desempeño estructural de los paneles, se han previsto diagonales embutidas en los paneles ciegos, sin ventanas, que estratégicamente ubicados en la edificación —esquinas externas e internas, y cruces de finales de pasillos y patios— podrán absorber los esfuerzos horizontales propios de las solicitudes sísmo-resistentes. Para los vanos sin paredes se presume configurar una columna uniendo cuatro laterales de los cerramientos actuales (figura 10).

Las uniones

En el diseño de propuestas constructivas para edificaciones prefabricadas total o parcialmente, las uniones entre elementos y componentes siempre han sido un dolor de cabeza. Nuestra experiencia indica que resolverlas de manera eficiente y con calidad es solucionar, prácticamente, casi la totalidad del problema. Máxime en nuestro caso donde la unión entre los paneles es en seco y la construcción progresiva, con sus implicaciones que no son tan simples como a primera vista parecieran.

Figura 9



Para nuestra propuesta de cerramientos de construcción progresiva adoptar la junta seca como criterio para el diseño de las uniones es de primordial importancia, no sólo a los efectos de factibilidad de producción, montaje o costos, sino y mayormente a los fines de una construcción sustentable tanto en la fabricación como en la vida útil de los cerramientos que se verán sometidos a cambios, modificaciones y ampliaciones, disminuciones, sustituciones y mejoras (figura 11).

Profundizando en las implicaciones del concepto de progresividad aquí adoptado, en primer término hay que aclarar que se trata de mucho más que construir por etapas, sucesivas, por sumatoria y, por lo tanto, no es un proceso lineal. Implica movilidad en la ubicación de los cerramientos además de su total recuperación y re-utilización sin que ello implique deterioro, roturas y mucho menos pérdida de los componentes o parte de ellos. Por otro lado, se plantea la progresividad también en la conformación y el acabado de los componentes. Es decir, el

diseño debe permitir las modificaciones, adecuaciones, mejoras y consolidaciones en el tiempo, cambios que se suceden en función de las nuevas finalidades y usos del cerramiento, su ubicación en la edificación y disponibilidad de recursos financieros del habitante.

La progresividad así caracterizada se resume en el —interesante y atractivo— desafío de diseñar para una arquitectura móvil y cambiante en ubicación y características intrínsecas a las circunstancias de un determinado momento en el tiempo. Así que el problema, además de construir, es más cómo des-construir sin causar cambios traumáticos ni desperdicios para la recuperación de lo ya construido (Cilento, 1999 y 2002). La arquitectura móvil, cambiante y des-construible, en contraposición al diseño —y la enseñanza tradicional— de la arquitectura estática, definitiva e inamovible una vez construida, implica nuevos enfoques y desafíos con perspectivas fascinantes para el diseñador y el diseño en sí (Acosta, 2003).

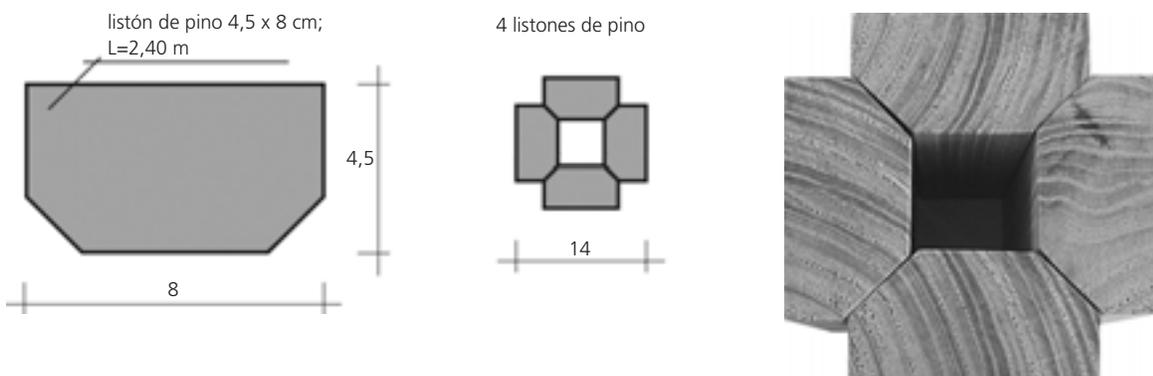


Figura 10

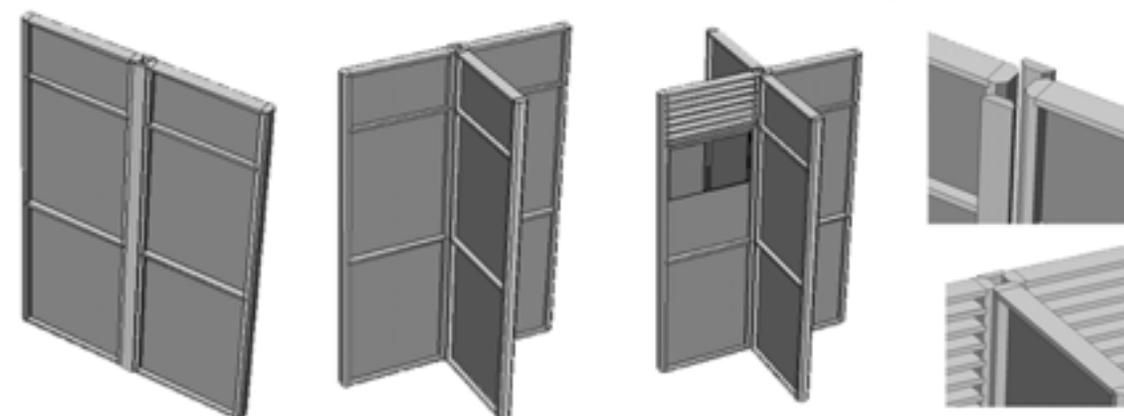


Figura 11

Proceso de producción y montaje

Como ya fue acotado, el diseño corresponde y satisface la premisa de poder transferir la técnica (*know how*) de fabricación de los cerramientos a pequeñas carpinterías y carpinteros medianamente experimentados con ayudantes sin experiencia. Los modelos realizados así lo confirman.

De hecho, con un cepillo de espesor, una canteadora y una sierra circular para madera de hoja inclinable se pueden fabricar los paneles. Esta modesta maquinaria y los implementos normales para trabajar la madera, como prensas manuales y martillos, es lo mínimo de que está dotada cualquier carpintería pequeña.

Gracias a los cortes y ensamblajes elementales, la mano de obra requerida para la fabricación es de un maestro carpintero, medianamente experimentado, y la ayuda de uno o dos ayudantes para una producción básica e inicial estimada más adelante.

Los tiempos registrados durante la fabricación de prototipos y modelos, simulando a pequeña escala la producción serial y extrapolando los resultados, indican que es posible la producción mínima de nueve (9) unidades de cerramientos por día, por un carpintero experimentado y dos ayudantes carpinteros sin herramientas y equipo mecanizado, además de la sierra y el cepillo arriba citados.

Estas estimaciones —muy— iniciales se basan en la experimentación de la fabricación de tres (3) cerramientos de cada uno de los modelos: cerrados, con ventana alta y con ventana intermedia, resultando para cada una de las fases los tiempos que se registran en el cuadro 3, para un tiempo total de 3h 40 min., lo cual significaría 11 horas para la fabricación de 9 cerramientos, multiplicando dieciséis los valores obtenidos por tres.

Sin embargo y de acuerdo con lo expresado por los

carpinteros ejecutores de los prototipos, los tiempos recabados en las pruebas pueden reducirse entre 25% y 30% organizando una producción inicial masiva, afinando los pasos en la organización del trabajo y eliminando los tiempos muertos, inevitables en todo ensayo experimental.

Con lo cual las 11 horas requeridas para la fabricación de 9 tabiques podrían reducirse a la jornada de trabajo de 8 horas, repartiendo el tiempo así aproximadamente:

fase 1: tres (3) horas;

fase 2: dos (2) horas;

fase 3: dos y media (2+1/2) horas;

fase 4: media (1/2) hora.

Total 8 horas, un carpintero y dos ayudantes para la fabricación de nueve cerramientos.

Se hace la salvedad de que esta primera aproximación para la estimación de tiempos y recursos para la fabricación, han sido resultado de las actividades secuenciales y discontinuas propias de un solo equipo de trabajo realizando modelos, la mayoría, por primera vez. En un proceso continuo de producción, las actividades se solapan, preparando y adelantando material listo para las actividades siguientes o ejecutando tareas paralelas de dos o más equipos de trabajo. La estimación de volúmenes de producción y productividad para procesos complejos, con alta inversión en activos fijos, depende de muchos factores y tipología de la factoría y no forma parte de los intereses actuales del estudio que restringe estimaciones de tiempo para procesos de producción apropiables por carpinterías pequeñas y organizaciones comunales y locales de producción como cooperativas, ONG y comunidades autogestionadas.

Además de la fabricación, la propuesta ha previsto el montaje fácil y expedito de los cerramientos asumiendo así la posible participación de los habitantes. Al respecto se quiere puntualizar que para la producción de edificaciones

Cuadro 3

Tiempos de producción para la fabricación de 3 cerramientos de cada uno de los modelos

Fase	Actividades	Tiempo requerido
1	Producción de elementos. Comprende llevar a la medida los elementos a partir de las tablas y tablonces provenientes del aserradero: operaciones de cepillado (canto y espesor), cortes longitudinales y transversales, pre-lijado individual de cada elemento, con lija nº 60 y 80.	1h + 20 min.
2	Producción de componentes. Ensamblaje de los elementos que comprende armado, encolado, prensado y clavado de las piezas.	1 hora
3	Acabado de componentes. Para acabado: Tres lijados: con lija nº 160, 240 y 300, intercalando dos manos de sellador y terminación con barniz marino.	1h + 10 min
4	Almacenamiento. Para revisión, empaque y almacenado en depósito de las tres unidades de cerramiento.	10 min

Fuente: elaboración propia, noviembre 2004.

en particular y el entorno construido en general, consideramos más factible la participación ciudadana en la erección y ensamblaje de los componentes ya producidos en talleres especializados. No se descarta aprovechar la oportunidad que ofrece la fabricación para originar puestos de trabajo conformando unidades productivas autogestionadas, pero la experiencia indica que para las familias de bajos ingresos siempre ha sido un escollo equiparse con máquinas y herramientas casi siempre costosas. Por esa razón no se menciona ese punto en los párrafos anteriores —fabricación de cerramientos—, pero se enfatiza la posibilidad de la participación directa del habitante en esta etapa del montaje, manual, sin grúas, ni otro artefacto mecánico y con herramientas sencillas y de uso casero como destornilladores, martillos y un par de llaves fijas.

Dependiendo del secado, la densidad de la madera y tipo de panel, los prototipos han pesado entre 25 Kg. y 30 Kg. cada uno, lo cual limita el acarreo manual por dos personas, permitiendo un máximo de tres cerramientos a la vez. Esta limitante prevalece para la estimación de la movilidad de los paneles *in situ*, mas no para el armado en sí, el cual se realiza manipulando individualmente los cerramientos uniendo un panel a continuación del otro.

El montaje es fácil, con herramientas y equipo no sofisticado. Básicamente se necesita martillo, sierra circular eléctrica y/o manual, o serrucho, taladro, llaves fijas y destornilladores. Como se mencionó y se apreciaba en los dibujos y esquemas, las uniones son «a seco» mediante tornillos y clavos, evitando adhesivos, silicón o cualquier otro pegamento o recursos sintéticos para la unión y el sellado de las juntas (figura 12).



Figura 11

Conclusiones

Según nuestra apreciación, el desarrollo de la propuesta satisface las premisas fundamentales del estudio.

El sistema de cerramientos descrito es lo suficientemente simple para su fabricación y ensamblaje como para suponer el traspaso de una manera fluida al aparato productivo de edificaciones tanto nuevas como en remodelación.

Cumple con el criterio de progresividad, siendo las uniones por junta seca unas de las maneras evidentemente más eficientes a la hora de modificar, cambiar, reemplazar y reciclar los cerramientos.

Finalmente, responde a los criterios derivados del planteamiento de un entorno construido sustentable (Hábitat II), no sólo por la idoneidad de la materia prima utilizada —el Pino Caribe— y los bajos recursos energéticos necesarios para sus procesamientos, sino por la compatibilidad de los cerramientos propuestos con la modalidad constructiva más extendida en el país como son las construcciones a base de bloques de cemento y arcilla.

Referencias bibliográficas

- Acosta, Domingo (2003) "Hacia una arquitectura y una construcción sostenible: el proyecto para el edificio sede de SIDOR". *Tecnología y Construcción*, vol. 19-II, IDEC/FAU/UCV, Caracas.
- Banco Obrero (1965) *Manual de diseño: normas de áreas y criterios de utilización de los espacios habitables*. Oficina de programación y presupuesto, sección de diseño en avance e investigaciones. Caracas, Venezuela.
- Cilento, Alfredo (1999) *Cambio de paradigma del hábitat*. CDCH-IDEC. Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Cilento, Alfredo (2002) «Hogares sostenibles de desarrollo progresivo», *Tecnología y Construcción*, vol. 18-III, IDEC/FAU/UCV, Caracas.
- Conti, Antonio (2004), La transferencia y comercialización de los resultados del IDEC. Exposición y documento interno. IDEC, Caracas.
- CVG-Proforca (1998) «La producción de madera», *El Nacional*, 3/10/98, Caracas.
- CVG-Proforca (2002) Folleto informativo.
- Cyted-Habited (2000) Vivienda de interés social, situación actual y perspectivas. Seminario Iberoamericano, Red XIV .C, Asunción, Paraguay.
- Cyted-Habited (2002) *Transferencia tecnológica para el hábitat popular*. Editorial Trama, Ecuador.
- Gibbons, Michael (1998) "Pertinencia de la educación superior". Banco Mundial. Departamento de Producción. Conferencia mundial sobre educación, Unesco. París, Francia.
- JUNAC-Junta del Acuerdo de Cartagena (1980) *Cartillas de la construcción con madera*. PADT-REFORT, Perú.
- UNAC-Junta del Acuerdo de Cartagena (1984) *Manual de diseño para maderas del grupo andino*. PADT-REFORT, Perú.
- La madera II* (1995) Monografía de arquitectura, *Tecnología y Construcción*. Colección Tectónica, nº 13. A TC Ediciones, España.
- Molina, Ricardo (1998) La madera de pino Caribe para uso estructural en la construcción de edificaciones en Venezuela. Trabajo de ascenso, IDEC-FAU, UCV. Caracas.
- ONU-Organización de las Naciones Unidas (2004) Population information network: <http://www.un.org/popin/icpd/infokit/infokit.sp/6interre.stx.html>
- Salas, Julian (1998) *Contra el hambre de viviendas*. Editorial Escala, Colombia.
- Sureda, Ramón (1986) *La madera*. Edit. Blume, España.
- Vallota, A. y Méndez, N. (2001) *Bitácora de la utopía*. Ediciones de la Biblioteca de la Universidad Central de Venezuela, Caracas.
- Vallota, Alfredo (2004) La técnica y el desafío del siglo XXI. Mimeo. UCV, Caracas.

Enseñanza de la técnica o para la técnica

Alfredo D. Vallota

Sin duda que uno de los problemas de mayor envergadura que debe enfrentar la sociedad occidental contemporánea es el de la educación y, en particular, la enseñanza de la técnica. Y el problema se agrava porque respecto de la técnica tenemos posiciones ambiguas: tanto la amamos como la tenemos, tanto la alabamos como la despreciamos. Por ello es necesario hacer algunas aclaraciones.

La técnica

Comenzaremos por lo que hemos de entender por técnica, palabra que normalmente se asocia con máquinas, utensilios y herramientas principalmente mecánicas. Creo que en esto el público tiene una apreciación, si no errada, por lo menos reducida e inadecuada. Desde los clásicos griegos hasta Ortega y Gasset o Heidegger la técnica nunca se redujo a las artes mecánicas con las que la mayoría la asocia, que no son sino una parte del hacer del hombre, que es como hemos de entender la noción de técnica en su sentido más amplio, como bien lo dice Platón en *El Banquete*. Todo lo que hace el hombre es técnico, en tanto esa acción se traduce en modificación de la naturaleza y del ser de las cosas.

El fin natural de la mandarina es portar las semillas del mandarino para su reproducción y nada hay en la mandarina que establezca que su fin sea satisfacer nuestro apetito. De hecho, el que la sembramos y sea alimento para nosotros introduce en la mandarina un nuevo ser, el de ser alimento, y esto es el resultado de una intervención del hombre, de una alteración del curso natural tal como sucedía hasta que el hombre decidió comerla. Éstas y todas las otras intervenciones del hombre en la naturaleza han sido interpretadas de diversas maneras: según Ortega, tienen como meta no sólo solventar nuestras necesidades sino ir más allá y eliminarlas. La necesidad es la de calentarnos, pero hacer fuego tiene como objetivo eliminar la necesidad de calentarnos. Según Heidegger, la técnica es un modo de develar la verdad, el más importante en estos tiempos al punto que la esencia de la técnica coincide con la esencia de la metafísica contemporánea; según Mayz, es expresión de nuestra voluntad de poder, la materialización de nuestra pretensión de poder más de lo que naturalmente podemos.

A esto debemos agregar que por técnica no sólo se entienda el hacer, sino el conjunto de normas y procedimientos que conviene seguir para hacer, como cuando hablamos de técnicas de navegación, técnicas de actuación, técnica de construcción de barcos o técnica para hacer una tesis. También para Aristóteles la técnica era un modo de descubrir la verdad que exige la actividad racional —capaz de alcanzar el concepto universal— para elaborar esas normas generales y en ello radica su superioridad sobre la mera experiencia. De forma que enseñar la técnica consiste, principalmente, en la transmisión de estas normas que han desarrollado las generaciones que nos antecedieron a las generaciones que nos siguen. Pero qué técnica queremos enseñar y para qué hacerlo no son

preguntas técnicas que se puedan responder aplicando una serie de procedimientos pautados para alcanzar un resultado.

Para la mayoría de sus actividades el hombre ha establecido cánones y métodos que seguir, sea para fabricar un carro, ofrecer un sacrificio a los dioses, hacer llover mediante una danza, arar la tierra, escribir un discurso o sacar la cédula. En ninguno de estos casos la conducta es más o menos técnica, todas son igualmente técnicas, salvo que persiguen objetivos diferentes. La técnica es el resultado de un hacer del hombre que incluye artefactos mecánicos, pero también de otros numerosos resultados de su actividad que van desde formas de intercambio comercial, el mercado, hasta estructuras de manejo de la cosa pública, el Estado, pasando por la construcción de centrales nucleares y televisores. El mercado, el lenguaje, el Estado, las armas, la aspirina y el teléfono celular son todos artefactos o constructos técnicos, es decir, modificaciones de la naturaleza realizadas por el hombre para sobrevivir y vivir mejor. Nada hay menos natural y más técnico que un faquir haciendo ayuno voluntario, que un hombre reduciendo su ingesta a sólo una clase de alimentos haciéndose vegetariano, que la elección voluntaria de un grupo para que desde la estructura del Estado nos obligue a todos a cumplir sus deseos o decidir distribuir los bienes en función de oferta y demanda y no según las necesidades.

Decíamos que respecto de los productos técnicos la actitud es ambivalente. Pero también hay sobre este aspecto gran confusión, no sólo en cuanto a las diferentes opiniones sobre un mismo producto técnico como en cuanto a lo que se considera técnico. Técnica es la aspirina y la alabamos, las armas son técnicas y las objetamos. Pero sucede que en otros casos desconocemos su naturaleza técnica, como ocurre con el Estado, y no falta quienes estiman como naturales lo que no es sino un producto técnico, como es el caso del Mercado. Cualquier discusión respecto de la técnica y su educación, requiere necesariamente que tengamos claro a qué nos referimos. En estas páginas me refiero a la técnica en ese sentido amplio que siempre ha tenido.

Mundo técnico y educación

De manera que lo primero a tener presente es que el hombre habita en un mundo técnico. Probablemente lo hace desde por lo menos 10.000 años atrás, cuando le quedó claro el entorno que había construido en su afán de sobrevivir para que se interpusiera entre él y la naturaleza, para la cual se encontraba muy poco dotado. A partir de esa decisión, empujando nuestras limitaciones y tratando de poder más de lo que naturalmente podemos, el hombre se construyó un mundo propio en el que habita, fuera de la naturaleza.

De manera que la técnica es resultado de una decisión que tomamos, sobrevivir en un mundo que nos es hostil. Porque queremos sobrevivir y gracias a que disponemos de una capacidad intelectual que otros animales no han logrado somos capaces de construir una segunda naturaleza, una sobre-naturaleza, gracias a la cual no sólo hemos podido sostenernos sino, además, expandirnos e incluso darnos el lujo de pretender vivir bien. Y cabe señalar que, en el proceso, también nos hemos modificado nosotros mismos como resultado de la interacción con el resultado de nuestro propio hacer. La medida y el alcance de esta modificación los veremos más adelante.

Precisamente para eso necesitamos educarnos, aprender a hablar y pensar, adquirir conocimientos, nutrirnos de las capacidades, los contenidos y las exigencias de ese mundo artificial que hemos fabricado técnicamente. Debemos educarnos para vivir en la sociedad, para hacer y usar herramientas, casas, medios de transporte, cultivar, criar animales, desenvolvemos en nuestras instituciones, aprender los medios para comunicarnos, ciertas conductas sociales, ciertas normas que facilitan la transmisión de conocimientos e

infinidad de otras cosas más. Para este mundo técnico no contamos con destrezas naturales, que son muy escasas, y hemos de aprender de los adultos en un grado con el que ningún animal puede compararse.

Es muy poco lo que un ternero tiene que aprender de sus adultos para ser un buen toro, comparado con lo que tiene que aprender un hombre para ser cirujano, físico nuclear o un buen arquitecto. Pocos animales gastan más de un quinto de su vida en llegar a adultos, mientras que un buen profesional humano emplea más del 50% en alcanzar un nivel aceptable de desempeño. Esto es consecuencia de que debe aprender a desenvolverse en un mundo que no es natural y para el cual ha de prepararse, a pesar de haber sido su hechura. Sin contar con que, gracias al desarrollo técnico, además de gastar ese tiempo en prepararse, también se le suma que puede y tiene que elegir qué hacer de su vida. Mientras que el gato, librado a sí mismo, llega a ser gato y sólo puede ser gato y cazar ratones, el hombre, gracias a que la técnica le permitió librarse de las necesidades naturales, se quedó sin nada que hacer, le quedó una vacancia respecto de su ser natural. A diferencia de los animales, que cuando no tienen nada que hacer no hacen nada, el hombre ocupó ese tiempo libre en hacer-se, en transformar su ser natural de animal en hombre. Como decía Ortega, gracias a la técnica el hombre no sólo tiene que ganarse económicamente la vida sino que también tiene que ganársela metafísicamente.

Así presentada, creo que es evidente la importancia que en la sociedad humana tiene la enseñanza. Si no fuéramos técnicos, el problema sería sin duda mucho menor, como sucede entre los monos que no tienen educación primaria, secundaria, universitaria, posgrado, especialización, pero a los que basta su madre para enseñar al joven experiencia práctica y llegar a ser reconocido como un buscador de hormigas con palito o un eficiente trepador de árboles. Muy diferente es el caso de hombre.

Por otra parte, las premias naturales son fijos, numerables, establecidos, y los leones desde hace miles y miles de años persiguen a las cebras casi de la misma manera y realizan las mismas acciones. Pero las urgencias que surgen de habitar en un mundo técnico se renuevan, cambian, son ilimitadas en su naturaleza y carácter por lo que no hay manera de darles nunca plena satisfacción, al tiempo que generan preguntas sobre qué enseñar y para qué hacerlo, así como elegir qué aprender y para qué. Enseñar y aprender involucra elegir el hombre que queremos ser, y hacerlo depende de la técnica que hemos de comunicar.

Enseñanza de la técnica

La técnica es eminentemente temporal, como lo es el hombre. La técnica no es asunto de dioses, eternos, incambiables, inmutables, absolutos, sino que es asunto humano, que evoluciona y muta, resultado de un intercambio entre el hacedor, el hombre y la hechura, una relación que se retroalimenta constantemente y mutuamente se influyen. Surgen necesidades que la técnica ayuda a eliminar y a su vez la técnica hace aparecer nuevas necesidades, que no son naturales, pero no por ello menos urgentes. Como decía Ortega, el hombre es el único animal a quien lo superfluo se le torna necesario. Baste pensar como ejemplo en lo que representa para nuestra existencia un corte de luz general de una semana.

Tenemos así reunidos dos aspectos que deben ser considerados. Por un lado, nuestra educación resulta de la técnica, es un proceso técnico y en ella se deben enseñar principalmente técnicas. La educación ha de dotar a los miembros del colectivo de lo necesario para sobrevivir en el mundo que él mismo ha construido. Sea que la técnica la estudien los ingenieros para construir máquinas, sea que la estudien los poetas para deleitar nos con

sus versos, sea que la estudien los abogados para manejar el Estado, sea que la estudie un aspirante a fundirse en unidad con el cosmos, todos hemos de aprender alguna técnica.

En este punto se plantea uno de los más serios problemas de cualquier sociedad y de la educación. En el mundo coexisten técnicas que persiguen diversos objetivos y cada colectivo debe elegir cuál ha de ser la que enseñe a sus jóvenes para, como individuos y como grupo, no sólo estar en el mundo sino bien-estar en el mundo tal como lo entienda e interprete. Sin duda que es una de las más serias decisiones que han de tomarse porque, si no, en el mejor de los casos otros la tomarán por ellos y, en el peor, el colectivo corre el riesgo de desaparecer. Pero la técnica es temporal, cambia, evoluciona, con gran rapidez en nuestro tiempo, por lo que se presenta el problema agregado de que los jóvenes a los que estamos enseñando han de ingresar en el mundo de la vida como adultos dentro de unos cuantos años, de forma que no sólo hay que atender al presente sino también al futuro. En esto se resumen dos problemas importantes de la enseñanza de la técnica: la pertinencia y la calidad.

Por supuesto que la educación ha de ser de calidad, optimizando los objetivos y los medios para alcanzarlos, para lograr un adulto que domine las acciones y el pensamiento de los temas que trata mediante programas adecuados y eficiente progresión. Pero no basta la calidad, puesto que de poco sirve una excelente calidad en la enseñanza de la fabricación de cuchillos de piedra para sacrificios humanos, lo que sin duda era muy útil entre los hombres de la Edad de Piedra. Es necesario que la técnica que se imparta sea pertinente para lo que con ella se persigue, ajustada a los objetivos y metas individuales y colectivos, a los tiempos, a las necesidades presentes y futuras que se esperan puedan presentarse. Es aquí donde se inserta el segundo aspecto de la enseñanza de la técnica: la meta, el para qué. Sin una finalidad, sin un proyecto, sin una meta buscada, a los individuos se les hace difícil sobrevivir exitosamente pero, peor aún, el conjunto en el que el individuo está inmerso se debilita y dispersa.

Una educación que no enfrente la exigencia técnica y científica, y no aspire a la excelencia que la complejidad del mundo técnico demanda, no puede ser considerada con respeto y no es sino un parapeto educativo, un negocio, un curso de propaganda. Pero una educación que no tenga clara la pertinencia de lo que estudia y enseña es un anacronismo que sólo puede traer pesares a la colectividad a la que supuestamente sirve. La deficiente calidad e inadecuación de los saberes, el anacronismo de sus bases sustentadoras, el desprecio por las exigencias de la cotidianidad y del futuro sólo pueden traducirse en malas decisiones, en errores que la historia no perdona. Mucho de esto nos pasa a nosotros porque las decisiones que nos han traído a la triste situación por la que atravesamos son fundamentalmente consecuencia de desatender a la pertinencia y calidad de nuestra educación.

Educar para qué

Creo que este último aspecto es el más preocupante, al menos entre nosotros. Digo esto porque al estar en manos del Estado la parte cuantitativamente importante de la educación, que es un artefacto técnico, enseñar debería tener como requisito un acuerdo entre los sujetos de esa enseñanza que no puede ni debe estar en manos exclusivamente del instrumento. Entre esos acuerdos, que no se resuelven técnicamente, se incluyen una concepción del hombre, delinear el tipo de hombre que pretende formarse, una idea del colectivo que aspiramos conformar y los valores que ha de sustentar en un modelo de sociedad que queremos constituir. Dependiendo de estos acuerdos se puede establecer qué queremos enseñar, las modalidades de la técnica que hemos de acentuar

y el modo de hacerlo. Y decía que este aspecto es preocupante porque se han dado ninguna de estas discusiones ni acuerdos, por lo que realmente no sabemos para qué estamos educando y —en asunto tan importante, lo mismo que en tantos otros— mantenemos en alto ese *amedida que va viniendo, vamos viendo*. Es como si hubiéramos optado porque sea el carro el que decida donde ha de llevarnos. Como los educados en esta modalidad han de constituir la sociedad activa del futuro, pareciera que nos aseguramos de que esta modalidad se consolide.

Pero este acuerdo no puede ser impuesto por un poder circunstancial, ni resultado de una coyuntura favorable a ciertos grupos, sino que tiene que resultar de una amplia discusión, concientización, diálogo de todos los miembros del colectivo. De otra forma, por más que se niegue, la educación pasa a moverse al vaivén de intereses variables, coyunturales, transitorios, cuando no ajenos al colectivo. Sin una concepción de mundo, sin una concepción de hombre compartida, concertada, el futuro parece quedar exclusivamente en manos de los artefactos técnicos, sea el mercado, el Estado o los recursos económicos. Como de esta forma los artefactos técnicos se consolidan y acrecientan su importancia, terminamos enseñando para la técnica.

Porque si éste es el caso, los intereses más inmediatos a los que a la larga responde la educación es a la técnica misma, que entonces se nos presenta como dominándonos en nuestro hacer y pensar. Se enseñan técnicas que tienen por meta la técnica, enseñamos la técnica para la técnica, ingresando en la actitud que Buber llamo «*el retraso del hombre ante sus obras*». Fabricamos el carro para que contribuya a alcanzar nuestros objetivos y ahora somos esclavos de las exigencias del carro; instituímos al Estado para que solucione nuestros problemas sociales pero somos esclavos del Estado; organizamos el Mercado como un modo de distribución de los bienes y ahora pasamos penurias por culpa del Mercado. Y es así como nos encontramos que se enseña para el mercado, para el Estado, para las máquinas —con las que hemos de entablar un diálogo constructor de futuro— que, en lugar de ser técnicas que nos ayuden a vivir y vivir bien, se transforman en nuestros verdaderos amos.

Esta perspectiva se agrava cuando la educación se orienta principalmente a una vanagloriada practicidad, transmitiendo contenidos y técnicas que supuestamente gozan de actualidad, vigencia, eficacia, utilidad para intereses transitorios y circunstanciales, sean económicos, ideológicos, políticos o de cualquier otra índole, como si esas técnicas fueran atemporales, inmutables, eternas. Sucede que lo que hoy se considera vigente, y la urgencia de negocios o intereses considera útiles, en poco tiempo puede perder toda actualidad, con lo que tanto los educandos como la sociedad toda realizan un esfuerzo que de ninguna manera puede satisfacer las expectativas a mediano y largo plazo. Basta pensar en los esfuerzos volcados en nuestro medio, hasta hace muy poco tiempo, en el estudio de las técnicas marxistas de resolución de problemas sociales, o los estudios de economías keynesianas que hoy han perdido mucho de su aplicación práctica. Esto es resultado de ese enseñar para la técnica que nos ha dominado por nuestra incapacidad de conformarnos autónomamente y nos hace caminar detrás de nuestras obras. Como lo que hacemos es insistir en lo que sabemos, por desactualizado o inadecuado que esté para los tiempos, el problema se agrava cada día.

Pero en esto no debemos olvidar a la comunidad misma, una sociedad que siempre ha estado tecnificada pero que hoy carece de rumbo y no sabe en qué orientación ha de tecnificarse. En especial cuando, con esa pérdida de perspectiva que nos caracteriza y que Luis Herrera definió como «un meneío para aquí y otro para allá», queremos ser todo y no somos nada, queremos estar bien con Dios y con el Diablo, con las raíces indígenas y con la más elaborada industria espacial, con la filosofía occidental y los babalaos africanos, para terminar definiéndonos como multiétnicos cuando somos mestizos. Puede

que toda esta confusión sirva circunstancialmente a intereses particulares que así aprovechan este caos para sacar su propio provecho, pero a larga a nada nos conduce.

Esto lo puede constatar cualquiera que intente llevar adelante un proyecto y haya podido apreciar la enorme y diversa cantidad de perspectivas, cada una con su cuota de poder, que hacen casi imposible operar de manera colectiva con alguna eficacia, a menos que se logre corromper a los funcionarios que tienen las llaves de las puertas. Es de tener claro que cualquiera que sea la decisión respecto de los temas vistos debe haber una, porque no tomar ninguna es también tomarla a favor de educar para la técnica que nos domina y, si tiene quien la domine, no somos nosotros.

Por esto la tarea educativa requiere hoy no solamente el aprendizaje de normas y reglamentos operativos para realizar tal o cual tarea, sea la fabricación y el mantenimiento de máquinas, el moverse entre los vericuetos del derecho o la curación de un enfermo, sino que exige que también eduquemos en el fundamento. No basta plenar los programas de estudio con la enseñanza de conocimientos circunstanciales y fortuitos, de validez pasajera y corta dada la velocidad con que suceden los cambios, sino que se hace imprescindible la adquisición de las bases y los cimientos que permitan pensar de manera autónoma, para poder superar en lo individual la pérdida de vigencia de la educación recibida cuando las nuevas técnicas arriben y reemplacen las anteriores, algo que en nuestro tiempo sucede con rapidez vertiginosa. De otra manera, podemos llegar a estimar que es un adelanto educativo enseñar a los indígenas a disparar cerbatanas con un documental de Discovery Channel.

Modelo de hombre

Hemos mencionado que la enseñanza de la técnica que no sea para la técnica requiere que tengamos claro, entre otras cosas, el modelo de hombre que somos y que queremos ser. Rápidamente revisemos algunas concepciones del hombre, de las que fácilmente se puede concluir que difieren en las técnicas que las hacen posibles. Comencemos por una que estimo de rigurosa actualidad. Frente a las urgencias contemporáneas hemos de aspirar a ser hombres completos, variados, cultivados en mente y cuerpo, en una concepción no muy lejana a la que tuvieron los griegos. En ellos, tal aspiración pudo concretarse gracias a la explotación de los esclavos, que ni siquiera eran considerados seres humanos. Hoy también podemos hacerlo pero gracias a la presencia de nuestros siervos, ayudantes, asistentes contemporáneos: los productos de la técnica que, además, permiten que tal pretensión pueda extenderse a grandes números de gentes y no solamente a una pequeña élite, como en los griegos.

Pero hemos de aclarar que ésta no es la única propuesta y, por el contrario, hay numerosas y de lo más variadas, de mayor peso histórico, cultural o eligioso, que inciden y brindan multiplicidad de opciones que elegir. Así, Platón difiere de esta posición y en La República señala que en una sociedad ideal cada individuo ha de cumplir una única función, aquella para la que está mejor dotado, echazando en consecuencia toda movilidad, diversidad y variedad.

Por otro lado, ciertas concepciones religiosas hacen de la existencia un permanente camino de obediencia y sacrificio destinado a someterse a un destino inexorable, fijando también de esta forma un objetivo único al que la existencia ha de someterse.

Otra concepción del hombre, que se denomina mística, sostiene que la vida del hombre está destinada a beneficiar a alguna entidad que lo trasciende, como alguna divinidad, la unión con el Cosmos, o a someternos a la Madre y Naturaleza. Hoy, cuando muchos reclaman con insistencia alguna forma de retorno a la Madre Naturaleza, cabe

observar que la naturaleza parece operar con el principio de que cada especie debe saber lo estrictamente necesario para su supervivencia y así lo podemos observar en la vida de animales y plantas. Precisamente, gracias a la técnica, sólo la especie humana se aparta de este principio para pretender saberlo todo, llegar a ser concientes de todas las razones y así poder elegir las propias acciones autónomamente, liberándose de esa madre opresora.

A su vez hay quienes proponen, como Stirner en *El único y su propiedad*, que no hay para cada hombre vida más feliz que la que está viviendo, cualquiera que sea, valorando por encima de todo su individualidad, sin necesidad de convertirse en nada más que lo que ya es. Claro que si se es rico y ocioso, mejor pero esto no es indispensable para su bienestar, ni tampoco lo es el triunfo de ningún proyecto colectivo ni la concreción de algún modelo de vida feliz. Para alcanzar la felicidad nos basta tomar conciencia de lo que Stirner llama «*la conciencia del egoísmo*» para no preocuparse por fijarse metas ni por promover ninguna acción en los otros ni modificación alguna en una alteridad que nos es totalmente ajena.

Se trata de no afligirse hoy por lo que ha de suceder mañana para evitar ser poseído por alguna idea que nos obligue a hacer algo y cualquier atadura a un plan, a un proyecto, al progreso, es una enajenación del yo verdadero. Algo similar a lo que el Taoísmo y el Budismo llaman «*desapego*», es decir, desinterés respecto de toda exterioridad, absoluta conformidad con lo que cada uno ya es, que no debemos confundir con simple egoísmo.

Entre estas posiciones hay una variada gama de alternativas, más o menos subalternas, que divergen en cuanto al objetivo que señalan como meta para el hombre y mencionamos: sacrificar los objetivos individuales a la grandeza de un pueblo, de una cultura, de una empresa, el insensato «*patria o muerte*» de los movimientos guerrilleros; «*pasar hambre y andar desnudo por la revolución*»; el primitivo predominio de las relaciones consanguíneas que persigue exclusivamente el bienestar de la familia o del grupo de parentesco; la más elaborada fidelidad que se exige a un partido político; o el sometimiento a la voluntad de un líder carismático, político o religioso.

Como apreciamos, las opciones son muchas y cada una de ellas requiere desarrollar y enseñar técnicas que permitan alcanzarlas. En lo personal, estimo que el objetivo del hombre es el incremento de la variedad y riqueza cultural y física de cada persona, con un mínimo de trabajo rutinario y obligatorio para poder volcarse a tareas creativas, aumentando en cada momento la libertad de cada uno en la construcción autónoma de la vida en el seno de un colectivo que la haga posible, como vía para la felicidad y la virtud. Y para alcanzar esta meta, la enseñanza de la técnica no debe orientarse a la técnica misma sino al hombre con la técnica. En estos tiempos, en los que la técnica ha alcanzado un nivel de desarrollo que permite hasta modificar su propia configuración somato-psíquica, pensar en un hombre natural es anacrónico, como dijera García Bacca. Hemos de pensar en una conjunción hombre-técnica que nos permita construir un mundo que se avizora como radicalmente diferente al que actualmente vivimos.

Futuro hombre-técnica

Ese futuro implica un cambio tanto o más revolucionario que el que se produjo en la Modernidad cuando el sujeto pasó a ser la única sustancia desde la cual se determinaba el ser de la alteridad en función de sus categorías, expectativas y deseos, o del posterior reemplazo de la noción de sustancia por el de función, expresión del paradigma de sistema y totalidad funcional vigente en la mentalidad técnica de finales del siglo XX. Vivimos tiempos de cambios de fundamento que pueden afectar las bases no éticas de la racionalidad humana y sus principios, nociones y conceptos con que concebimos la natura-

leza humana. Estos cambios son el resultado del gran salto que en el último medio siglo ha tenido como protagonista a la tecno-ciencia y en el caso que nos interesa, especialmente los avances de la tecno-comunicación. Porque en última instancia educar es comunicar.

Uno de los efectos de los avances tecno-comunicacionales es la transformación de los límites espacio-temporales que enmarcan nuestras experiencias, posibilitando la simultaneidad, instantaneidad y co-presencia de los mensajes a lo largo y ancho de todo el planeta, lo que conocemos como «globalización» de la información. Pero la globalización de la información no sólo implica traer a la presencia una misma realidad sino también construir esa realidad, porque gracias a la disponibilidad técnica que aporta multiplicidad de perspectivas es posible conformar una trans-realidad que supera nuestras propias capacidades porque no tiene los límites epistemológicos y ontológicos derivados de la naturaleza congénita de cada sujeto. Gracias a los recursos técnicos ya no estamos en presencia de un universo sino de un multi-verso, porque somos capaces de organizar, ordenar, sintetizar la alteridad de numerosas maneras, cada una de ellas distinta porque puede estar mediada por diversos artilugios técnicos, pero ninguna de ellas predominante, como ha sido hasta ahora la determinada, por ejemplo, por la dominación que en nuestra inteligibilización de lo otro y de nosotros mismos tienen nuestros órganos visuales.

Esto impone sobre la educación una pesada carga, ya que no podemos limitarnos a entregar a los educandos caudales de información que hasta pudieran tener un efecto desintegrador y obnubilante. Se trata de enseñarles a pensar en términos de una racionalidad que, como resultado de la técnica, es cambiante, de valores horizontales, sin jerarquías, que exige en la formación una diversidad a la que hemos hecho referencia como condición para aprehender la novedad que la nueva situación requiere. Estamos en tiempos en que no basta la captación de un *arje* desde donde se determina la totalidad de la verdad, sino que estamos en tiempos en los que hemos de dominar las sintaxis y las semánticas de las múltiples perspectivas que los logros técnicos exigen al hombre contemporáneo.

Los logros técnicos han permitido que el hombre —en su relación con la alteridad— supere los límites que le impone su ingénita condición somato-psíquica y pueda contar con las herramientas para relacionarse con maneras nuevas, no sólo nuevas en los medios de relacionarnos con lo otro sino nuevo en tanto que nuevo puede ser nuestro propio sustrato, configuración física y capacidades psíquicas de las que podremos disponer, o disponemos ya.

Sin duda que hemos de enseñar la técnica, pero no para ella porque el hombre se enfrenta a posibilidades insospechadas de cambio a las que debe enfrentarse, resultado de su propio hacer y que avizoran un futuro de insospechadas posibilidades, y digo insospechadas por la radical novedad que involucran. Si estamos en el Nuevo Mundo, como se declara, ésta debería ser la principal preocupación de nuestra educación y de nuestra sociedad. De no hacerlo, como parece que no lo hacemos, podríamos pasar a ser una oportunidad más de felicidad perdida para los hombres.

Este trabajo fue presentado como ponencia en las Terceras Jornadas de Educación en Valores: Propuestas para el cambio educativo, realizadas entre el 8 y el 11 de Junio de 2004 en la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB), con participantes de México, Brasil, Colombia y Venezuela, organizada por la Facultad de Humanidades y Educación de la UCAB, el Colegio San Agustín y la fundación Konrad Adenauer.

IV° Curso de Especialización Desarrollo Tecnológico de la Construcción

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción-IDECE. Enero – Diciembre de 2006

Título que otorga: Especialista en Desarrollo Tecnológico de la Construcción

La necesidad de atender crecientes problemas económicos, técnicos, ambientales y ecológicos, entre otros, ha motivado a muchos investigadores vinculados al área de la Construcción a desarrollar nuevas tecnologías y materiales que sean más apropiados a las exigencias del mundo de hoy sin embargo, hay una importante masa de profesionales de la Construcción que, teniendo la responsabilidad de proyectar y ejecutar las edificaciones, no poseen la formación necesaria para interpretar esas nuevas tecnologías y utilizarlas de manera eficaz en sus soluciones constructivas.

De ahí la necesidad de contar con profesionales que puedan asimilar, desde sus empresas productoras u otros organismos competentes, las nuevas ofertas tecnológicas provenientes de la academia u otras instituciones vinculadas con la innovación y el desarrollo tecnológico y llevarlas a la esfera productiva por medio de un proyecto o durante la ejecución de sus obras.

La Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción apunta, precisamente, hacia la formación avanzada y especializada de profesionales que, desempeñándose en el sector productivo, muestran interés en la utilización de tecnologías innovadoras o no tradicionales en sus soluciones constructivas. Durante el postgrado se desarrollan las habilidades y destrezas necesarias para interpretar, asimilar y aplicar este tipo de tecnologías constructivas, las cuales requieren la aplicación de métodos y técnicas novedosas de proyecto y ejecución.

Objetivo general

Ofrecer una formación como profesional de alto nivel en el área del Desarrollo Tecnológico de la Construcción que permita al egresado desarrollar proyectos y ejecutar obras donde se utilicen nuevas tecnologías y materiales de construcción.

Objetivos específicos

- Familiarizarse con el entorno de la innovación y el desarrollo tecnológico de la construcción así como con los principales avances nacionales e internacionales que se experimentan en esta área.
- Conformar espacios habitables utilizando tecnologías y materiales no tradicionales con criterios de racionalidad, seguridad, sostenibilidad y progresividad.
- Evaluar las condiciones de habitabilidad de las edificaciones e introducir los elementos necesarios para mejorar el confort de las mismas.
- Organizar procesos de producción de materiales y componentes propios de tecnologías novedosas, así como su colocación en obra.
- Realizar estimaciones de costos y valoraciones económicas de proyectos novedosos donde se utilicen materiales y tecnologías no tradicionales.
- Utilizar herramientas cibernéticas y nuevas tecnologías de información y comunicación en la resolución de proyectos de aplicación de desarrollo tecnológico.

Objetivos educacionales

- Desarrollar habilidades y destrezas que permitan al egresado actuar, en forma integral, en el campo de la investigación aplicada a la industria de la construcción.
- Manejar un conjunto de herramientas y métodos aplicables en los procesos de diseño y ejecución de edificaciones con tecnologías no tradicionales.
- Desarrollar una conciencia de racionalidad general en el diseño y la ejecución de edificaciones, donde primen criterios como el ahorro de recursos y la convivencia sostenible entre el medio ambiente natural y el construido.
- Adquirir hábitos de elaboración de informes y de presentación y defensa de propuestas de proyectos, empleando medios técnicos avanzados.

Plan de estudios

La Especialización posee una escolaridad de 3 períodos académicos de 8, 16 y 16 semanas, respectivamente (ver cuadro 1). El primero comienza el 09 de Enero de 2006 y el tercero concluye el 15 de Diciembre de 2006. El Proyecto de aplicaciones tecnológicas se desarrolla a lo largo de los tres períodos académicos.

El eje central de la Especialización lo constituyen las Materias de Proyecto, donde básicamente se desarrolla el Proyecto de Aplicaciones Tecnológicas. También hay otras materias Instrumentales, de Contexto, Seminarios y Optativas que están vinculadas y sirven de apoyo al desarrollo del mismo.

Cuadro 1
Especialización en Desarrollo Tecnológico de la Construcción

Período	Materia	Tipo	Nº Créditos	Horas por semana
I Ene-Mar 2006	Taller de Desarrollo Tecnológico I	Proyecto	3	6
	Materiales y Tecnología de la Construcción	Instrumento	3	3
	Introducción al Desarrollo Tecnológico de la Construcción	Contexto	3	3
II Mar-Jul 2006	Taller de Desarrollo Tecnológico II	Proyecto	3	6
	Teoría y Métodos de Diseño	Instrumento	3	3
	Física de las Edificaciones	Instrumento	3	3
III Ago-Dic 2006	Proyecto	Proyecto	3	3
	Economía de la Construcción	Contexto	3	3
	Seminario de Trabajo Especial	Seminario	1	2
I - III Ene-Dic 2006	Materias Optativas (mínimo 2)	Optativa	5	

Programa resumido de las Asignaturas

Primer período académico

Taller de Desarrollo Tecnológico I

Objetivo general:

Desarrollar habilidades y destrezas en el campo del Desarrollo Tecnológico de la Construcción para entender las particularidades del diseño con tecnologías innovadoras y formular proyectos de aplicación de las mismas.

Contenido:

- Identificación, evaluación y selección de productos de innovación y desarrollo tecnológico para su aplicación en la resolución de un proyecto de diseño y construcción.
- Planteamiento de ideas generales para la aplicación de la tecnología seleccionada en la conformación de espacios habitables o edificaciones.
- Evaluación de alternativas y definición de cursos de acción para el desarrollo de las ideas planteadas.
- Formulación de un Proyecto de Aplicación Tecnológica.

Materiales y Tecnología de la Construcción

Objetivo general:

Familiarizarse con los principales avances tecnológicos que se experimentan en el área de la tecnología y los materiales de construcción, en sus componentes básicos: materiales, mano de obra y equipos, con un marcado enfoque en el aspecto de sostenibilidad de la construcción.

Contenido:

- La tecnología de la Construcción y sus componentes. Breve reseña histórica.
- Principales materiales y tecnologías constructivas desarrolladas en el IDEC en sus tres líneas de investigación básicas; madera, acero y concreto.
- Conceptos generales de sostenibilidad y su aplicabilidad al análisis y desarrollo de nuevas tecnologías y materiales de construcción.
- Análisis de las tecnologías constructivas actuales y sus tendencias en el mundo.

Introducción al Desarrollo Tecnológico de la Construcción

Objetivo general:

Ofrecer una base teórica sobre el desarrollo y la innovación tecnológica en la construcción y una introducción a la elaboración y evaluación de proyectos de desarrollo tecnológico en esta rama de actividad económica.

Contenido:

- Conceptos sobre la innovación tecnológica.
- El entorno tecno-económico de la innovación.
- Características técnicas y económicas de la construcción.
- Caminos de la innovación.
- Adquisición, asimilación y adaptación tecnológica.
- La prospectiva tecnológica de la construcción.
- El sistema institucional vinculado a la innovación.
- La elaboración y evaluación de proyectos de innovación.

Segundo período académico

Taller de Desarrollo Tecnológico II

Objetivo general:

Desarrollar el proyecto formulado con base en criterios generales de diseño aplicados a la tecnología escogida y sus particularidades, tomando en cuenta los aspectos funcionales, de habitabilidad, seguridad, progresividad y sostenibilidad, entre otros.

Contenido:

- Conformación de espacios habitables, utilizando tecnologías y materiales novedosos.
- Aplicación en el proyecto de criterios relacionados con la seguridad, racionalidad, sostenibilidad y progresividad de las edificaciones.
- Evaluación de las condiciones de habitabilidad de las edificaciones proyectadas e introducción de los elementos necesarios para mejorar el confort de las mismas.

Teoría y Métodos de Diseño

Objetivo general:

Ofrecer una visión panorámica del campo de las teorías y métodos de diseño aplicados al desarrollo tecnológico de la construcción.

Contenido:

- Concepto y naturaleza de los problemas de diseño.
- Enfoques sistémicos del diseño.
- La generación y reducción de variedad en el proceso de diseño.
- Variables en el proceso de diseño.
- El diseño de procesos de producción en el desarrollo tecnológico de la construcción.

Física de las Edificaciones

Objetivo general:

Adquirir los conocimientos básicos relativos al mejoramiento de la calidad ambiental (térmica, acústica y lumínica) de las edificaciones.

Contenido:

- Exigencias de habitabilidad de las edificaciones.
- Confort térmico.
- Transferencia de calor en edificaciones. Elementos de control térmico.
- Fundamentos de la luz y su percepción.
- Iluminación natural y artificial.
- Fundamentos del sonido y su propagación en espacios abiertos y cerrados.
- Control de ruido.

Tercer período académico

Proyecto de Desarrollo Tecnológico

Objetivo general:

Estudiar los aspectos relacionados con la producción y los costos del proyecto y análisis final de los resultados.

Contenido:

- Organización de la producción de materiales, componentes y edificaciones.
- Asignación de recursos y programación de los trabajos.
- Estimación de costos y valoraciones económicas.

Economía de la construcción

Objetivo general:

Ofrecer las herramientas necesarias para la organización y el control de la ejecución de los proyectos de aplicación tecnológica, la estimación de sus costos y las evaluaciones económicas que definan su viabilidad.

Contenido:

- Esquemas de ejecución de trabajos de construcción
- Métodos de planificación y programación de obras
- Estimación de costos y presupuestación de edificaciones
- Uso de herramientas automatizadas para el control y la presupuestación de obras

Seminario de Trabajo Especial

Objetivo general:

Ofrecer los conocimientos teóricos y técnicos requeridos para la organización del trabajo intelectual de los estudiantes y para la comunicación escrita y oral del pensamiento.

Contenido:

- El conocimiento y la investigación científica y su aplicación en el campo profesional.
- El proyecto de la investigación y la aplicación de sus resultados.
- El informe.
- La exposición.

Asignaturas optativas

A lo largo del postgrado, cada estudiante seleccionará y cursará varias asignaturas optativas que deberán estar relacionadas con su tema de Trabajo y le otorgarán los créditos necesarios para completar su programa de estudios. Se pueden incluir asignaturas formales de otros postgrados, cursos de ampliación de conocimientos, pasantías, seminarios tutelados y otras actividades académicas que sean acreditables para postgrado, previa aprobación por el tutor y el comité académico.

Requisitos de egreso

- Haber cursado el Plan de Estudios correspondiente y aprobado todas las Asignaturas que integran los tres períodos académicos del curso.
- Haber obtenido el reconocimiento de los créditos correspondientes a asignaturas aprobadas y otras modalidades curriculares hasta completar los 30 créditos establecidos en el programa.
- Presentar, defender y aprobar un Trabajo Especial.

Cupo máximo

Quince (15) estudiantes

Instalaciones y recursos materiales

El Instituto cuenta con las instalaciones y los recursos necesarios para la realización de todas las actividades relacionadas con la maestría, entre los cuales destacan:

Salón de clases con mobiliario y equipos audiovisuales para el desarrollo de conferencias, charlas, presentaciones y actividades de taller.

Área de estudiantes de postgrado con mobiliario y equipos de computación con conexión a INTERNET.

Biblioteca especializada con material bibliográfico actualizado y conexión con otros centros de documentación.

Planta experimental en el núcleo El Laurel con secciones de madera, metales y concreto, para el desarrollo de prototipos y otras actividades prácticas.

Profesores

Acosta, Domingo	Marcano, Luis F.
Águila, Idalberto	Rosales, Luis
Cilento, Alfredo	Siem, Geovanni
Conti, Antonio	Sosa, María Eugenia
Lovera, Alberto	Sosa, Milena

Aranceles de postgrado, sujetos al valor de la Unidad Tributaria (ver cuadro 2)

Cuadro 2
Aranceles de postgrado, sujetos al valor de la Unidad Tributaria*

Descripción	Unidades Tributarias	Monto (Bs.)
Preinscripción	2	58.800,00
Inscripción	4	117.600,00
Unidad de Crédito (total = 30)	2,5	73.500,00
Permanencia por semestre adicional	7,5	220.500,00
Inscripción del Proyecto	4	117.600,00
Inscripción de Trabajo Especial	4	117.600,00
Total del Postgrado sin permanencia	89	2.616.600,00

* Valor actual de la Unidad Tributaria (UT) = Bs. 29.400,00

Período de Preinscripción y Entrevista

Fecha: 10 de Octubre a 15 de Noviembre de 2005

Horario: 9:30 a.m. - 3:00 p.m.

Costo: Bs. 58.800,00 (2 UT).

Depósito previo: Banco Provincial, Cuenta Corriente

Nº: 0108-0033-11-0100035278, a nombre de: IDEC - Facultad de Arquitectura, UCV.

Durante el período de preinscripción los aspirantes deberán someterse a una entrevista con miembros del Comité Académico.

Notificación de aceptación

Fecha: Del 21 al 25 de Noviembre de 2005.

Cupo: 15 participantes.

Período de inscripción

Fecha: 05 al 14 de Diciembre de 2005.

Costo: Bs. 117.600,00 (4 UT).

Depósito previo: Banco Provincial, Cuenta Corriente Nº:

0108-0033-11-0100035278, a nombre de: IDEC - Facultad de Arquitectura, UCV.

Inicio de actividades

9 de Enero de 2006.

Recaudos necesarios (presentar antes de la preinscripción)

- Solicitud por escrito a la Comisión de Estudios de Postgrado, indicando el curso al cual aspira ingresar.
- Llenar Planilla de Preinscripción que le será suministrada en el Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) FAU-UCV.
- Copia fotostática (fondo negro) del título de Arquitecto, Ingeniero o afín, acreditado por una Universidad nacional o del exterior. (En el caso de aspirantes graduados en el exterior, el título debe estar debidamente legalizado por los organismos competentes y el consulado de Venezuela en el país de origen, al igual que su traducción notariada si el idioma es distinto al Español). En casos excepcionales se podrá considerar el ingreso de Técnicos Superiores Universitarios, de acuerdo con lo dispuesto en el artículo 2º del Reglamento de Estudios de Postgrado de la UCV.
- Notas de estudios de pregrado debidamente certificadas y en el caso de graduados en el exterior igualmente legalizadas. Debe reflejarse el promedio individual y el puesto en la promoción.
- Currículum Vitae con sus respectivos soportes, demostrando experiencia previa en investigación en el área de estudio.
- Exposición de motivos, de no más de una cuartilla, que incluya el tema de interés y una propuesta preliminar de proyecto de investigación y desarrollo tecnológico.

- Carta que certifique la posibilidad de costear el curso y su manutención.
- Copia ampliada de la Cédula de Identidad laminada. (¿El curso es sólo para venezolanos? ¿Si se trata de extranjeros?)
- Cuatro fotografías recientes tipo carnet.
- Depósito bancario por arancel universitario correspondiente a la Preinscripción.
- Sostener una entrevista orientadora y de selección con miembros del Comité Académico.
- Una vez aceptado, llenar la Planilla de solicitud de inscripción para la Unidad Central de Información y Registro Curricular.

Información adicional

Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC). Planta Baja,
Facultad de Arquitectura y Urbanismo. UCV. Caracas

Central (0212) 605.2046, Fax. 605.2048

Atención: Sra. Rosario Rivas (Secretaria Coord. Docente) rrivas@idec.arq.ucv.ve

Telf. Directo: (0212) 605.19.17

Prof. Idalberto Águila (Coordinador Docente) iaguila@idec.arq.ucv.ve

Telf. Directo: (0212) 605.1914

Maysfel Rodríguez (Asistente de Postgrado) maysfelrodriguez@cantv.net

Telf. Directo: (0212) 605.1909

Seminario Internacional Alternativas Tecnológicas frente a los Desastres en el Hábitat Popular Latinoamericano

Arq. Mercedes Marrero y Arq. Augusto Márquez
IDEC / FAU / UCV

Los días 24 y 25 de marzo de 2004 se realizó en la ciudad de Mendoza (Argentina) el Seminario Internacional Alternativas Tecnológicas frente a los Desastres en el Hábitat Popular Latinoamericano, el cual contó como patrocinador internacional con CYTED, a través de la RED XIV-G Hábitat en Riesgo, y como auspiciantes locales una variada gama de instituciones gubernamentales y académicas, destacando las que tienen como responsabilidad directa la adecuada y pertinente concepción y el desarrollo del hábitat popular.

Este evento tuvo como objetivo primordial intercambiar conocimientos y experiencias teóricas y prácticas sobre la problemática integral de los asentamientos humanos localizados en zonas de alto riesgo, haciendo énfasis en la consideración del rol de los recursos tecnológicos «socialmente apropiados» y la organización comunitaria como agentes catalizadores para la prevención y mitigación de los desastres socio-naturales.

El evento abarcó una amplia gama de tópicos relacionados con los desastres socio-naturales y los medios para su prevención y mitigación, y desde ópticas particulares se hicieron reflexiones acerca de los fenómenos naturales y antrópicos que interactúan permanentemente con el desarrollo de los asentamientos humanos, tanto informales como formales.

La participación venezolana en este encuentro internacional se realizó por intermedio del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción (IDEC) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela (UCV), representados por los arquitectos Mercedes Marrero y Augusto Márquez en calidad de ponentes de los trabajos «El rol de la formación universitaria en la mitigación de riesgos» y «El desarrollo tecnológico de la construcción como una vía para la

mitigación de riesgos por amenaza geotécnica de la vivienda de bajo costo de interés social en Venezuela», respectivamente.

Los trabajos expuestos por los representantes nacionales contaron con una excelente aceptación y valoración, tanto de los patrocinantes y organizadores como del grupo de calificados representantes internacionales de instituciones gubernamentales y académicas, lo cual abrió las puertas para la posible realización de la próxima reunión anual de la Red XIV-G Hábitat en Riesgo en la Ciudad Universitaria de Caracas, además de contar con el apoyo institucional de tan prestigiosa organización para el desarrollo paralelo a la citada reunión del evento Hábitat y Riesgo. El Rol de las Universidades que organiza la Comisión para la Mitigación de Riesgos Socio-naturales de nuestra universidad (COMIR-UCV) y que está programado para mediados de julio del año 2005.

Entre las principales conclusiones surgidas del evento podemos señalar que existe una curva creciente en cuanto a la cantidad y magnitud de los desastres socio-naturales en los últimos años, y que da la impresión de que dicha tendencia va a mantenerse; así mismo se ratificó la condición de que quienes resultan más afectados por los embates de la naturaleza, tanto en víctimas como en daños materiales, son los países con menores recursos económicos y, dentro de éstos, las comunidades más pobres de los desarrollos espontáneos ubicados en zonas de alto riesgo multifactorial.

Finalmente, se hizo un marcado énfasis en la necesidad de potenciar la participación en las redes de los integrantes de los centros de investigación y desarrollo latinoamericanos vinculados con estas temáticas para el intercambio de información y la realización remota de proyectos conjuntos.



Rafael Serra. *Arquitectura y clima*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona, España. 1999, 94 pp.

Desde los orígenes de la humanidad, la arquitectura ha pretendido cumplir como primera función con la protección frente a los elementos atmosféricos como la lluvia, el viento, el frío, la luz o el calor con el objetivo de conseguir cierto grado de confortabilidad a pesar de que este bienestar implica numerosos parámetros no siempre cuantificables y a su vez complejos.

Este libro se centra en estudiar la variedad de situaciones climáticas en el planeta, además, aporta un análisis multidisciplinar y valioso de todas estas cuestiones referente al clima y a la confortabilidad.

(NA2541/S68)



Ricardo Jordán y Daniela Simioni (compiladores) *Gestión urbana para el desarrollo sostenible en América Latina y el Caribe*. CEPAL/Cooperazione Italiana, Santiago de Chile, 2003, 252 pp.

Publicación que reúne algunos materiales de reflexión y aportes conceptuales que han orientado las actividades del proyecto "Estrategias e Instrumentos de Gestión Urbana para el Desarrollo Sostenible en América Latina y el Caribe" desarrollado por la Comisión Económica para América Latina y el Caribe-CEPAL con el auspicio del gobierno de Italia en el período 2000-2003, con el propósito de colaborar con el diseño de mecanismos e instrumentos institucionales, metodológicos y financieros que puedan mejorar de manera efectiva la gestión del hábitat a nivel nacional y subnacional en tres ejes temáticos: gestión de servicios públicos, recuperación de lugares centrales e intervenciones para la pobreza urbana.

(HT166/G334)

Arian Mostaedi. *Arquitectura sostenible* (editado por Carles Broto y Josep María Minguet). Instituto Monsa de Ediciones, Barcelona, España, 2000, 178 p.

La arquitectura sostenible es mucho más que una moda o una tendencia: es la alternativa necesaria para que nuestro modo de vida sea respetuoso del medioambiente.

Este libro presenta una selección de los mejores trabajos realizados en torno a la sostenibilidad: viviendas realizadas con materiales naturales o reciclados como el adobe, la paja, el papel o el bambú, y diseñadas con técnicas que las convierten en auténticas estructuras ecológicas. Una muestra amplia de proyectos llevados a cabo por maestros como William McDonough, Shigeru Ban o Simón Vélez, acompañados con planos, explicaciones y detalles constructivos que ayudan a comprender tanto su esencia como su funcionamiento bioclimático.

(TH6021/M85)



Constructor Report, n° 27, marzo de 2005. IMA Press Information. Caracas-Venezuela.
ISSN 1690-3595
Correo-e: constructoreditor@cantv.net

Constructor Report es un periódico especializado independiente, de aparición mensual, propiedad de IMA Press Information, orientado a promover las actividades técnicas, profesionales y divulgativas relacionadas con el sector construcción y sus áreas afines que desde el año 2003 ofrece información variada sobre productos, empresas y servicios del sector, así como eventos, congresos, seminarios y ferias comerciales que se realizan a nivel nacional e internacional especializados en el área.





CONDES

Consejo de Desarrollo
Científico y Humanístico
de La Universidad del Zulia

Es un ente de permanente asesoría y consulta del Consejo Universitario, adscrito al Vice Rectorado Académico, destinado a diseñar y ejecutar una política científica que comprende la elaboración de los fundamentos teóricos; y el establecimiento de mecanismos para estimular, financiar, difundir y promocionar la investigación en la Universidad como contribución al desarrollo del país.

Visión

El CONDES, es una unidad Académico-administrativa de apoyo, que hará posible la consolidación de una comunidad científica, mediante: el financiamiento de proyectos y programas de investigación; el entrenamiento para la divulgación de sus resultados, la incorporación de jóvenes que garanticen la continuidad de las líneas y áreas; y, el reconocimiento a la labor realizada.

Misión

Coordinar, estimular y difundir la investigación en el campo científico y en el de los estudios humanísticos y sociales, mediante la ejecución de programas, planes y proyectos académicos que integran las actividades científico-tecnológicas con las de docencia, de pre y postgrado, para así dar respuesta a las necesidades y demandas del entorno regional, nacional e internacional.

Objetivos

General:

Establecer vinculación con los diferentes entes que realizan actividades de investigación.

Específicos:

Establecer interrelación con dependencias de investigación de LUZ, para conocer los planes y proyectos de las mismas.

Realizar acciones concernientes a la difusión y divulgación de las actividades de investigación.

Fomentar la actualización del personal de investigación.

Conocer y divulgar las actividades de apoyo a la investigación que realizan los organismos centrales de investigación (CONICIT, FUNDACITES, etc.)

Mantener relación estrecha entre la actividades de investigación y Postgrado.

Programas de Financiamiento del CONDES

Programas y Proyectos de Investigación:

El CONDES, contribuye con el desarrollo de la investigación científica y humanística realizada por los miembros del personal Docente y de Investigación de LUZ o cursantes de postgrados.

Equipo:

Apoyar a los investigadores en la adquisición de equipos de gran envergadura, contribuyendo al mejor funcionamiento de las actividades científicas que se realizan por partes de aquellos grupos motivados a trabajar de manera interdisciplinaria.

Asistencia a Eventos y Reuniones científicas:

Promoción y apoyo a la comunidad científica de investigadores para la asistencia a diferentes eventos nacionales e internacionales con el fin de enriquecer la formación académica a través del intercambio entre pares.

Organización de Eventos científicos:

Apoyo a la realización de eventos enmarcados en el desarrollo de las actividades de investigación.

Cursos, entrenamiento y pasantías:

El CONDES financia la asistencia a cursos, entrenamiento y pasantías dentro y fuera del país.

Revistas científicas:

Para cumplir su función de divulgación científica, el CONDES asigna fondos para la edición de revistas arbitradas, siempre y cuando cumplan con la rigurosidad científica exigida a nivel nacional e internacional.



Dirección

Av. 4 Bella Vista con calle 74. Edif. FUNDALUZ. Piso 10. Maracaibo, Edo. Zulia

Código Postal: 4002. Telf./fax: (0261) 926307, 926308, 596860.

Página Web: www.condes.luz.ve. E-mail: condes@europa.ica.luz.ve, condes@neblina.reacciun.ve

normas para autores y árbitros

Normas para la presentación de trabajos a Tecnología y Construcción

Tecnología y Construcción es una publicación que recoge artículos inscritos dentro del campo de la Arquitectura y de la Investigación y Desarrollo Tecnológico de la Construcción, especialmente: sistemas de producción; métodos de diseño; análisis de proyectos de Arquitectura; requerimientos de habitabilidad y de los usuarios de las edificaciones; equipamiento de las edificaciones; nuevos materiales de construcción, mejoramiento de productos existentes y hallazgo de nuevos usos; aspectos económicos, sociales, históricos y administrativos de la construcción, informática aplicada al diseño y la construcción; análisis sobre ciencia y tecnología asociados a los problemas de la I&D en el campo de la construcción, así como reseñas bibliográficas y de eventos.

Los trabajos presentados para su publicación deben atender a las recomendaciones siguientes:

- El autor (o los autores) debe(n) indicar título completo del trabajo acompañándolo de un breve resumen en español e inglés (máximo 100 palabras), además de una síntesis curricular no mayor de 50 palabras, que incluya: nombre, título(s) académico(s), institución donde trabaja(n), cargo, área de investigación, dirección postal, fax y correo electrónico.
- Los trabajos deben ser entregados en diskette, indicando el programa y versión utilizados, o enviados al Comité Editorial como documento a través del correo electrónico de la revista (tyc@idec.arq.ucv.ve), acompañados de una versión impresa con una extensión no mayor de treinta (30) páginas escritas a doble espacio en tamaño carta incluyendo notas, cuadros, gráficos, anexos y referencias bibliográficas.
- En el caso de que el trabajo contenga cuadros, gráficos, diagramas, planos y/o fotos, éstos deben presentarse en versión original impresa, numerados correlativamente según orden de aparición en el texto. Lo mismo es válido en el caso de artículos que contengan ecuaciones o fórmulas.
- Las referencias bibliográficas deben ser incluidas en el texto con el sistema autor-fecha: por ejemplo, (HERNÁNDEZ, E., 1995). Al final del texto deben incluirse los datos completos de las publicaciones mencionadas, organizados alfabéticamente.
- Se aceptarán trabajos escritos en castellano, portugués o inglés.
- Los trabajos deben ser inéditos y no haber sido propuestos simultáneamente a otra(s) revista(s).
- Las colaboraciones presentadas no serán devueltas.

El Comité Editorial someterá los trabajos enviados a la revisión crítica de por lo menos dos árbitros escogidos entre especialistas o pares investigadores. La identificación de los autores no es comunicada a los árbitros, y viceversa. El dictamen del arbitraje se basará en la calidad del contenido, el cumplimiento de estas normas y la presentación del material. Las sugerencias de los árbitros, cuando las haya, serán comunicadas a los autores con la confidencialidad del caso.

La revista se reserva el derecho de hacer las correcciones de estilo que considere convenientes, una vez que hayan sido aprobados los textos para su publicación. Siempre que sea posible, esas correcciones serán consultadas con los autores.

Los autores recibirán sin cargo tres (3) ejemplares del número de la revista en el cual haya sido publicada su colaboración. Por su parte, los árbitros, en compensación por sus servicios, recibirán una bonificación en efectivo y un ejemplar del número de la revista con el cual contribuyeron con su arbitraje, independientemente de que su opinión en relación con la publicación del artículo sometido a su consideración haya sido favorable o no.

El envío de un texto a la revista y su aceptación por parte del Comité Editorial representa un contrato por medio del cual se transfieren los derechos de autor a la revista *Tecnología y Construcción*. Esta revista no tiene propósitos comerciales y no produce beneficio alguno a sus editores.



Rector
Antonio París
Vice-Rector Académico
Eleazar Narváez
Vice-Rectora Administrativa
Elizabeth Marval
Secretaria
Cecilia Arocha

Rector
Leonardo Atencio Finol
Vice-Rector Académico
Rosa Nava
Vice-Rector Administrativo
Jorge Palencia
Secretaria
Judith Aular

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador
Bernardo Méndez A.

CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Coordinador Secretario
José Colina Chourio

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO

Decano
Azier Calvo
Directora de la Escuela de Arquitectura
Paola Posani
Directora del Instituto de Urbanismo
Tani Neuberger
Director del Instituto de Desarrollo Experimental de la Construcción
Carlos Angarita
Directora-Coordinadora de la Comisión de Estudios de Postgrado
Milena Sosa G.
Coordinadora administrativa
Alejandra González
Coordinador académico FAU
Domingo Acosta
Coordinadora investigación FAU
Jeannette Díaz
Coordinador extensión FAU
José Guerra

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

Decano
Ramón Arrieta
Director de la Escuela de Arquitectura
Maria Machado de Carruyo
Director de la Escuela de Diseño Gráfico
Claudio Ordoñez
Director de la Dirección de Estudios para Graduados
Jane Espina
Directora de la Dirección de Extensión
Dinah Bromberg

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES DE LA FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO / IFAD

Directora
Mercedes Ferrer
Subdirector
Tomás Pérez

Áreas Prioritarias de Investigación:

Territorio, Ciudad y Comunidad
Ramón Reyes
Confort y Sustentabilidad del Ambiente Construido
Gaudy Bravo
Infonomía para la gestión de Espacios Antropizados
Carmen Cecilia Araujo

INSTITUTO DE DESARROLLO EXPERIMENTAL DE LA CONSTRUCCIÓN / IDEC

Director
Carlos Angarita
Coordinador Docente
Idalberto Aguila
Coordinador Administrativo
Lunia Betancourt

Consejo Técnico

Miembros Principales
Milena Sosa
Gaspare Lavega
Ignacio Ávalos
Nancy Dembo
María Elena Hobaica

Miembros Suplentes
Geovanni Siem
Gladys Maggi
Alatz Quintana
Jesús Delgado
Alejandra González
Ricardo Molina